



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO  
COMESTIBLE CON LÁTEX DE SANDE (*Brosimum utile*) SOBRE  
LA VIDA ÚTIL DE YUCA (*Manihot sculenta*), TOMATE DE ÁRBOL  
(*Solanum betaceum*) Y PAPA CHAUCHA (*Solanum phureja*).**

**TESIS DE GRADO  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA**

**AUTOR:  
VICKY KATHERINE SOLÓRZANO VILLACRÉS**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2015**



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

**ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO  
COMESTIBLE CON LÁTEX DE SANDE (*Brosimum utile*) SOBRE  
LA VIDA ÚTIL DE YUCA (*Manihot sculenta*), TOMATE DE ÁRBOL  
(*Solanum betaceum*) Y PAPA CHAUCHA (*Solanum phureja*).**

**TESIS DE GRADO  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA**

**AUTOR: VICKY KATHERINE SOLÓRZANO VILLACRÉS**

**TUTOR: Ing. PAOLA ARGUELLO M.Sc.**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2015**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

El tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “ESTUDIO DEL EFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE CON LÁTEX DE SANDE (*Brosimum utile*) SOBRE LA VIDA ÚTIL DE YUCA (*Manihot sculenta*), TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*) Y PAPA CHAUCHA (*Solanum phureja*).” de responsabilidad de la Srta. Vicky Katherine Solórzano Villacrés ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dra. Nancy Veloz		
<b>DECANA DE LA FACULTAD</b>	-----	-----
<b>DE CIENCIAS</b>		
 Dra. Ana Albuja		
<b>DIRECTORA DE LA ESCUELA</b>	-----	-----
<b>DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA</b>		
 Ing. Paola Arguello M.Sc.		
<b>DIRECTOR DE TESIS</b>	-----	-----
 Ph.D. Adriana Rincón		
<b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	-----	-----
 Abgda. Bertha Quintanilla		
<b>COORDINADOR</b>		
<b>SISBIB – ESPOCH</b>	-----	-----

**NOTA DE TESIS ESCRITA -----**

Yo, Vicky Katherine Solórzano Villacrés soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

**VICKY KATHERINE SOLÓRZANO VILLACRÉS**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi guía, protección y fuente de sabiduría.

A mis padres Miguel y Jenny, quien con sus sabios consejos han guiado mi camino, a mi hermano Israel el cual, con su ejemplo ha demostrado que nada es imposible cuando se quiere.

A mis abuelitos y tío que desde el cielo me cuidan y protegen.

A mi novio Alexis, quien ha sido un pilar fundamental en mi vida, gracias por tanto amor y comprensión brindada.

A mis amigos y seres queridos, quienes me brindaron su apoyo total para concluir mi tesis.

Vicky Solórzano

## **AGRADECIMIENTO**

A dios quien ha sido mi fuente de fortaleza.

A mis padres que con sus enseñanzas han sabido guiar mis pasos, me han ayudado cuando más los necesitaba.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

A la Ing. Paola Arguello, tutora de mi tesis, por los conocimientos apoyo, tiempo y paciencia brindada.

A la PhD. Adriana Rincón, colaboradora de tesis por sus conocimientos, consejos y sugerencias aportados para la presentación de este trabajo.

A la Ing. Elena Villacrés, responsable del laboratorio de Calidad y Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina por la oportunidad brindada para poder realizar mi trabajo práctico.

Y a todos quienes de una u otra manera fueron parte de mi enseñanza aprendizaje, y colaboraron para la realización de esta investigación.

Vicky Solórzano

## ÍNDICE GENERAL

Índice de Abreviaturas

Índice de Tablas

Índice de Figuras

Índice de Fotografías

Índice de Anexos

Resumen

Summary

Introducción

### CAPÍTULO 1

<b>1</b>	MARCO TEÓRICO.....	1
<b>1.1</b>	Pérdidas durante la postcosecha.....	1
<b>1.1.1</b>	Principales causas de pérdida.....	1
<b>1.1.2</b>	Principales puntos de pérdida durante manipulación y comercialización.....	2
<b>1.2</b>	Yuca ( <i>Manihot sculenta</i> ).....	3
<b>1.2.1</b>	Composición Nutricional.....	3
<b>1.2.2</b>	Factores que afectan la calidad postcosecha de la Yuca.....	4
<b>1.3</b>	Tomate de árbol ( <i>Solanum betaceum</i> ).....	5
<b>1.3.1</b>	Composición Nutricional.....	6
<b>1.3.2</b>	Factores que afectan la calidad postcosecha del Tomate de árbol.....	6
<b>1.4</b>	Papa chaucha ( <i>Solanum phureja</i> ).....	7
<b>1.4.1</b>	Composición Nutricional.....	8
<b>1.4.2</b>	Brotación de los Tubérculos de la Papa chaucha.....	8
<b>1.4.3</b>	Factores que afectan la calidad postcosecha de la Papa chaucha.....	9
<b>1.5</b>	Recubrimientos comestibles.....	10
<b>1.5.1</b>	Función de los Recubrimientos comestibles.....	11
<b>1.5.2</b>	Clasificación de los Recubrimientos comestibles.....	11
<b>1.5.2.1</b>	Hidrocoloides.....	12
<b>1.5.2.2</b>	Lípidos.....	13
<b>1.5.3.</b>	Factores que afectan la calidad del Producto recubierto.....	14
<b>1.5.4.</b>	Métodos de aplicación de los recubrimientos.....	14

### CAPÍTULO 2

<b>2</b>	METODOLOGÍA.....	15
<b>2.1</b>	Lugar de investigación.....	15

2.2	Materiales, equipos y reactivos.....	15
2.2.1	Material vegetal.....	15
2.2.2	Equipos.....	16
2.2.3	Materiales de laboratorio y otros.....	16
2.2.4	Reactivos.....	16
2.2.5	Medios de Cultivo.....	16
2.3	Técnicas y métodos.....	17
2.3.1	Obtención de la formulación para el recubrimiento.....	19
2.3.2	Aplicación de recubrimientos y almacenamiento de las muestras.....	19
2.3.3	Evaluación de los recubrimientos comestibles.....	20
2.3.3.1	Esquematización de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en ( <i>Manihot sculenta</i> ).....	21
2.3.3.2	Esquematización de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en tomate de árbol ( <i>Solanum betaceum</i> ).....	22
2.3.3.3	Esquematización de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en papa chaucha ( <i>Solanum phureja</i> ).....	23
2.3.3.4	Descripción de los ensayos físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales empleados.....	24
CAPÍTULO 3		28
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1	Recubrimiento comestible.....	28
3.2	Resultados de los análisis realizados en Yuca ( <i>Manihot sculenta</i> ).....	30
3.2.1	Textura, pérdida de peso y color externo.....	31
3.2.2	Análisis Microbiológico.....	32
3.2.3	Análisis Sensorial.....	32
3.3	Resultados de los análisis realizados en tomate de árbol ( <i>Solanum betaceum</i> ).....	33
3.3.1	Acidez titulable, sólidos solubles, índice de maduración, mohos y levaduras.....	34
3.3.2	Textura, pérdida de peso y color externo.....	35
3.3.3	Análisis Sensorial.....	36
3.4	Resultados de los análisis realizados en papa chaucha ( <i>Solanum phureja</i> ).....	36
3.4.1	Pérdida de peso, textura, número y longitud de brotes.....	38
3.4.2	Análisis Microbiológico.....	39
3.4.3	Análisis Sensorial.....	39



CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFIA	42
ANEXOS	46

## Índice de Abreviaturas

<b>INIAP</b>	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
<b>msnm</b>	Metros sobre nivel del mar
<b>%</b>	Porcentaje
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>g</b>	Gramos
<b>mg</b>	Miligramos
<b>cm</b>	Centímetros
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno
<b>mL</b>	Mililitros
<b>°T</b>	Temperatura
<b>ID</b>	Índice de Deterioro
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>N</b>	Newton
<b>UFC</b>	Unidades Formadoras de Colonia
<b>Kcal</b>	Kilocaloría
<b>Ca</b>	Caloría
<b>kJ</b>	Kilojulio
<b>IM</b>	Índice de Madures

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1-1</b>	Composición Nutricional de la yuca.	4
<b>Tabla 2-1</b>	Aporte nutricional del tomate de árbol para el consumo humano.	6
<b>Tabla 3-1</b>	Aporte nutricional de papa fresca para el consumo humano.	8
<b>Tabla 4-2</b>	Análisis realizados en yuca	21
<b>Tabla 5-2</b>	Análisis realizados en tomate de árbol	22
<b>Tabla 6-2</b>	Análisis realizados en papa chaucha	23
<b>Tabla 7-2</b>	Interpretación del $\Delta E$ .	25
<b>Tabla 8-2</b>	Condiciones para la incubación de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras	26
<b>Tabla 9-3</b>	Formulaciones de los recubrimientos comestibles.	28
<b>Tabla 10-3</b>	Análisis físico y microbiológico de los recubrimientos comestibles.	28
<b>Tabla 11-3</b>	Resultados obtenidos de los análisis físicos realizados en yuca.	30
<b>Tabla 12-3</b>	Resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados en yuca.	30
<b>Tabla 13-3</b>	Resultados obtenidos del análisis sensorial realizados en yuca.	31
<b>Tabla 14-3</b>	Resultados obtenidos de los análisis físicos, químicos y microbiológico realizados en tomate de árbol.	33
<b>Tabla 15-3</b>	Resultados obtenidos del análisis sensorial realizado en tomate de árbol.	34
<b>Tabla 16-3</b>	Resultados obtenidos de los análisis físicos realizados en papa chaucha.	37
<b>Tabla 17-3</b>	Resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados en papa chaucha.	37
<b>Tabla 18-3</b>	Resultados obtenidos del análisis sensorial realizado en papa chaucha.	38

## Índice de Figuras

<b>Figura 1-1</b>	Yuca ( <i>Manihot sculenta</i> )	3
<b>Figura 2-1</b>	Tomate de árbol ( <i>Solanum betaceum</i> )	6
<b>Figura 3-1</b>	Variedades de papa Chaucha ( <i>Solanum phureja</i> )	8
<b>Figura 4-1</b>	Funciones de los recubrimientos comestibles	11
<b>Figura 5-1</b>	Extracción del Látex de Sande ( <i>Brosimum utile</i> )	13
<b>Figura 6-2</b>	Esquema de las diferentes etapas para obtención, aplicación y evaluación de los recubrimientos comestibles.	18
<b>Figura 7-2</b>	Esquemmatización de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en yuca ( <i>Manihot sculenta</i> )	21
<b>Figura 8-2</b>	Esquemmatización de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en tomate de árbol ( <i>Solanum betaceum</i> )	22
<b>Figura 9-2</b>	Esquemmatización de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en papa chaucha ( <i>Solanum phureja</i> )	23

## Índice de Fotografías

<b>Fotografía N ° 1</b>	Materia prima para la elaboración de los recubrimientos comestibles.	48
<b>Fotografía N ° 2</b>	Elaboración de los recubrimientos comestibles.	48
<b>Fotografía N ° 3</b>	Selección, lavado, desinfección y secado de los vegetales.	49
<b>Fotografía N ° 4</b>	Análisis físico: textura, color, peso.	49
<b>Fotografía N ° 5</b>	Análisis químico: Solidos solubles, acidez.	50
<b>Fotografía N ° 6</b>	Análisis sensorial.	50
<b>Fotografía N ° 7</b>	Análisis microbiológico.	51
<b>Fotografía N ° 8</b>	Resultados del análisis microbiológico.	51
<b>Fotografía N ° 9</b>	Muestra del tomate de árbol al día 9.	52
<b>Fotografía N ° 10</b>	Muestra de yuca al día 9	52
<b>Fotografía N ° 11</b>	Muestra de papa chaucha al día 9	53

## **Índice de Anexos**

<b>Anexo A</b>	Certificado de análisis de cera comercial Sta Fresh 2505	<b>46</b>
<b>Anexo B</b>	Formato para la evaluación sensorial de yuca	<b>47</b>
<b>Anexo C</b>	Evidencias fotográficas	<b>48</b>

## RESUMEN

En la presente investigación se estudió el efecto de un recubrimiento comestible con látex de Sande (*Brosimum utile*) sobre la vida útil de yuca (*Manihot esculenta*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y papa chaucha (*Solanum phureja*). El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Bromatología de la facultad de Ciencias de la ESPOCH y en el laboratorio de Nutrición y Calidad de la Estación Santa Catalina (INIAP). Se elaboró 3 recubrimientos utilizando: goma arábica (10%), glicerina (3%), carboximetilcelulosa (0.5%) y látex de Sande en porcentajes distintos al 5, 10 y 15. Se evaluó el comportamiento físico (pérdida de peso, textura, color) químico (sólidos solubles, acidez e índice de maduración), microbiológico (aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras) y sensorial (color, olor, sabor y apariencia). En yuca el recubrimiento con látex al 10 % y 15% inhibió el crecimiento microbiológico, mientras que en los otros parámetros evaluados no tuvo efecto. En tomate de árbol el uso de recubrimientos con látex al 15% resultó ser efectivo pues, retrasó el proceso de maduración, consiguiéndose mayor porcentaje de acidez, menor valor en sólidos solubles e índice de maduración y evitando además, la pérdida de agua, lo que produjo una disminución en la pérdida de peso y el mantenimiento de la textura y el color. El recubrimiento también inhibió el crecimiento de mohos y levaduras. El tratamiento al 15% de látex en papa chaucha también fue efectivo, pues se obtuvo menor pérdida de peso, mantenimiento de textura, reducción del número y longitud de los brotes logrando un porcentaje de inhibición de brotes del 52%, e inhibió el recuento de aerobios mesófilos y coliformes totales en comparación con las muestras sin recubrimiento. La aplicación de recubrimientos comestibles ralentiza la maduración, por lo que se recomienda aplicarlos en los vegetales, para alargar la vida útil.

**Palabras clave:** <RECUBRIMIENTO COMESTIBLE> <LÁTEX SANDE> <YUCA>  
<TOMATE DE ÁRBOL> <PAPA CHAUCHA> <POSTCOSECHA>  
<VEGETALES> <VIDA UTIL>

## **SUMMARY**

In this investigation it was studied the effect of covering an edible with latex of Sande about the useful life of yucca, tree tomato and chaucha potato. This research took place in a lab of bromatology of the science faculty of the ESPOCH and at the Nutritional and Quality lab in the station of Santa Catalina (INIAP). It was performed by using three coverings Arabic gum (10%), glycerin (3%), carboxymethylcellulose (0.5%) and latex of Sande in different percentages of 5, 10, and 15. It was evaluated the physical behavior (weight loss, texture, color) chemicals (soluble solids, acidity and maturation index), microbiologic (aerobic mesophylls, total coliforms, mold and yeasts) and sensory (color, smell, taste, and appearance). In the yucca covering with latex at 10% and 15%, inhibits growth microbiologic, whereas in the other parameters that have been evaluated had no effect. In the tree tomato the use of coverings with latex at 15% the results were effective since, delayed the process of mellowing, achieving more percentage of acidity, less the value in the soluble solids and indication of mellowing, and preventing the loss of water, that resulted in diminishing the of weight and maintaining the texture and the color. The covering also inhibited the growth of mold and yeasts. The treatment at 15% of latex in the chaucha potato also was effective, since it obtained less weight loss, maintaining the texture, reducing the number and longitude of outbreaks accomplishing a percentage of inhibition of outbreaks of 52%. Inhibiting the re-count of aerobics mesophylls and coliforms in total the comparison with samples without coverings. The application of covering that are edibles allowing the mellowing in which it is recommended to be applied in the vegetables to extend its useful life.

**Keywords:** <EDIBLE COATING> <LATEX OF SANDE> <YUCCA> <TREE TOMATO >  
<CHAUCHA POTATO > <POST HARVEST> <VEGETABLES>  
<USEFULLIFE>



## INTRODUCCIÓN

El uso de recubrimientos comestibles es una práctica muy antigua que se ha dado a lo largo de los años en las distintas civilizaciones con el fin de alargar la vida útil de los alimentos, manteniendo lo mejor posible las características de frescura. Existen evidencias desde el siglo XII en China del uso de recubrimientos de cera en naranja y lima, en Inglaterra usaban grasa de productos alimentarios con el fin de retardar la pérdida de agua, en el siglo XIX se comenzaron a elaborar películas comestibles a base de gelatina para alargar la vida útil de carnes y otros alimentos <sup>(Kester & Fennema, 1986. p 85)</sup>. Ya en el siglo XX se utilizó ceras parafínicas y películas a base de celulosa las cuales eran utilizadas para recubrir alimentos cítricos entre otros. <sup>(Soliva & Beloso, 2001. p 29)</sup>

Los consumidores hoy en día, son mucho más exigentes y requieren alimentos frescos, sin embargo, también esperan mayor duración de anaquel, es por ello que las investigaciones acerca de los recubrimientos comestibles han aumentado en los últimos 10 años para asegurar su conservación sin afectar sus propiedades organolépticas. <sup>(Soliva & Beloso, 2001. p 29)</sup>

Existen numerosos estudios de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas, usando polisacáridos como almidones modificados y quitina; lípidos, como ceras de origen animal y vegetal, empleándose éstas aplicaciones en aguacate, fresa, mango, manzana, mora, zanahoria, entre otros, <sup>(Figueroa & Salcedo, 2011. p 20), (Restrepo, 2010. p 173), (Romero, 2008. p20)</sup>. En la mayoría de los casos se consigue una reducción importante en la pérdida de peso de las muestras recubiertas, un mejor mantenimiento de vitaminas lo que permite una mayor vida útil.

Según la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2010), los países en desarrollo en los cuales se presenta gran deficiencia en infraestructura, las pérdidas que se producen en postcosecha de productos frescos varían entre 25 a 50% de la producción, lo que significa una pérdida considerable y un perjuicio económico tanto para los productores como para los comerciantes.

En Ecuador tanto la producción como el consumo de yuca (*Manihot sculenta*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y papa chaucha (*Solanum phureja*) es elevada, sin embargo, por su alta perecibilidad requieren de cuidados especiales en la postcosecha, transporte y almacenamiento, lo que disminuye las pérdidas que se produce antes de llegar al consumidor final, siendo necesario la aplicación de nuevas tecnologías que ayuden a mantener sus cualidades nutritivas y organolépticas por más tiempo.

Los productos agroquímicos han sido empleados como parte de los tratamientos químicos, aplicados directamente al vegetal o como parte de un recubrimiento, presentando la desventaja de convertirse

en un peligro químico para la salud del consumidor, por lo tanto, el uso de un recubrimiento comestible de origen natural se presenta como una alternativa a estos tratamientos, pues tiene aceptación por los consumidores y al mismo tiempo no presenta efectos negativos al medio ambiente ya que su materia prima es biodegradable.

Algunos recubrimientos comestibles incorporan antimicrobianos como extracto de ajo, aloe vera, derivados de la quitina, resina del pino o propóleo, para prevenir el deterioro por microorganismos.

Ecuador es un país privilegiado, debido a su situación geográfica posee una gran cantidad de productos ancestrales que actualmente se encuentran inutilizados y que en muchos casos se desconocen o carecen de estudios científicos, como es el caso del látex de Sande, el cual es un exudado arbóreo producido cuando se hace una incisión en la corteza del árbol de Sande (*Brosimum utile*), que se localiza en la Amazonía y que ha sido empleado únicamente como gastroprotector <sup>(Gaibor, 2013, p 25)</sup>, desconociéndose los demás beneficios que se pueden obtener debido a su composición, pues en su estructura se encuentra una cantidad considerable de alcaloides, terpenos y resinas. Considerando que estos metabolitos son utilizados como antifúngicos y que la presencia de resinas ayuda a tener una mayor adhesividad, éste látex resulta óptimo para la elaboración de un recubrimiento comestible. <sup>(Gaibor, 2013, p 26)</sup>.

Con esta investigación se añadirá valor agregado al látex de Sande y a los productos vegetales, dinamizando de esta manera la economía local, por lo cual los principales beneficiados serán las poblaciones que se encuentran en la Amazonía y que en su mayoría son sectores vulnerables, por tanto, ayudará a mejorar su calidad de vida.

Finalmente se está garantizando la seguridad alimentaria, a través de nuevas tecnologías accesibles y a bajo costo para el productor, evitando pérdidas económicas.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Estudiar el efecto de un recubrimiento comestible con látex de Sande (*Brosimum utile*) sobre la vida útil de yuca (*Manihot sculenta*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y papa (*Solanum phureja*).

### **Objetivos Específicos**

1. Elaborar tres recubrimientos con diferentes porcentajes del látex de Sande (*Brosimum utile*).
2. Realizar el análisis microbiológico (mohos y levaduras, aerobios mesófilos y coliformes totales) de los recubrimientos.
3. Evaluar sensorial, física y químicamente los 3 vegetales: yuca (*Manihot sculenta*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y papa chaucha (*Solanum phureja*) sin y con recubrimiento comestible con látex Sande (*Brosimum utile*).
4. Determinar el porcentaje de inhibición de brotación en papa chaucha (*Solanum phureja*).
5. Establecer la concentración óptima del látex de Sande (*Brosimum utile*), en base a las evaluaciones aplicadas a cada uno de los vegetales estudiados.

# CAPÍTULO 1

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Pérdidas durante la postcosecha

Las frutas, hortalizas, raíces y bulbos en su mayoría se los consume en fresco, éstos son productos perecederos y llegan a deteriorarse, causando pérdidas tanto al productor como al comerciante. Estas pérdidas pueden presentarse de manera parcial o total en el alimento.

Se puede diferenciar dos tipos de pérdidas, en el primer caso se encuentra la pérdida de cantidad, que corresponde a una descomposición avanzada lo que hace que el producto no sea apto para el consumo. En el segundo caso se refiere a la pérdida de calidad visual, que afecta solamente a la superficie del producto, provocando imperfecciones que hacen que su valor comercial disminuya.

(Chiesa, A, 2010. P 28)

#### 1.1.1. Principales causas de pérdida

Las frutas, hortalizas y raíces continúan sus procesos fisiológicos una vez que han sido cosechados, hasta agotar las reservas de nutrientes y agua teniendo como resultado final el deterioro total del alimento.

Existen diversos factores que se relacionan entre sí y aceleran los procesos vitales haciendo que el producto pierda su calidad. La mayoría de ellos son influenciados por el medio ambiente, entre éstos se citan:

- **Estado fisiológico:** Es uno de los factores de mayor importancia ya que determina directamente la vida útil de los alimentos, dado que frente a un estrés, la velocidad de deterioro de un órgano o tejido joven se incrementa, presentando una actividad metabólica alta y por tanto la capacidad de conservación disminuye. (Chiesa.A, 2010. p 28)
- **Daños mecánicos:** Las lesiones físicas se producen una vez que se cosecha el alimento, por lo tanto no se pueden evitar. Los daños pueden ocurrir al momento del cultivo, manipulación, almacenamiento y comercialización. Las lesiones pueden ser de diferentes tipo entre ellas

tenemos: agrietamiento por impacto, magulladuras internas causadas por golpes, raspaduras o aplastamientos. Una mala manipulación puede provocar magulladuras internas que aceleran el proceso de descomposición, el cual se produce por la síntesis y acción del etileno en respuesta al estrés causado por el daño físico. Otro efecto de la mala manipulación es la aparición de grietas en la piel, que aceleran los cambios fisiológicos normales y favorecen al desarrollo de microorganismos. (Chiesa, A, 2010. p 29)

- **Factor biótico:** Las pérdidas provocadas por microorganismos constituyen la principal causa de pérdidas en postcosecha. La carga microbiana presente en el producto influye en la calidad del mismo y se encuentra relacionada con el manejo sanitario tanto en su producción, cosecha, como en el acondicionamiento y transporte del producto alimenticio. Los grupos de microorganismos que causan alteraciones son: hongos, bacterias, plagas provocadas por insectos o roedores y virus. (Chiesa, A, 2010. p 29)
- **Temperatura:** La respiración, transpiración y la producción de etileno son las variables que se ven afectadas directamente por este factor. La exposición tanto al calor como al frío excesivo, puede producir daños en la calidad del alimento, provocando sabores o aromas anormales en frutas y vegetales. (Chiesa, A, 2010. p 29)
- **Humedad relativa:** La calidad del alimento va a depender de la cantidad de pérdida de agua, cuanto menor sea, menor será para evitar el deterioro del alimento. (Chiesa, A, 2010. p 30)

### ***1.1.2. Principales puntos de pérdida durante manipulación y comercialización.***

Cuando se realiza la cosecha, se produce una pérdida selectiva, dado que solamente se recolectan los frutos que estén libres de defectos, enfermedades y que cumplan el mínimo exigido por las normas de calidad.

Además las pérdidas son consideradas acumulativas durante el proceso de manipulación, que se inicia en el momento de la cosecha y finaliza al instante que llega el producto al consumidor. (Chiesa, A, 2010. p 31)

Por lo anterior y con el fin de reducir las pérdidas tanto de calidad como de cantidad se emplean métodos y medidas de prevención adecuadas, en las cuales puede presentarse algunos problemas como las que se nombran a continuación:

- **Eventos durante conservación.** Ocurren durante el almacenamiento debido a procesos fisiológicos endógenos o ataque de microorganismos principalmente hongos y bacterias, se manifiestan por la pérdida de rigidez y daño mecánico durante la cosecha y manipulación, formación de vástagos en raíces y tubérculos o daños provocados por insectos. (Chiesa, A, 2010. p 31)
- **Problemas durante la refrigeración.** La refrigeración aunque es el método más utilizado para prolongar la vida útil de los productos frescos, puede presentar algunas limitaciones, como en algunos productos tropicales son que sensibles a las bajas temperaturas, además no evita el crecimiento microorganismos. (Chiesa, A, 2010. p 31)

## 1.2. Yuca (*Manihot esculenta*)

El origen de la yuca (Fig. 1-1) se dió en Brasil, pero a lo largo de los años ésta ha sido consumida por gran parte de la población de diferentes países del continente americano y luego se extendió al resto de continentes, como África en donde se ha convertido en un alimento principal, gracias a su fácil producción y procesamiento. (IICA, 2002, p 16)

En el Ecuador la yuca, es un alimento que se puede cultivar en la región de la costa y Amazonía y desde hace mucho tiempo se ha convertido en un tubérculo básico dentro de la alimentación de los ecuatorianos. (Ponce, 2009. p 20)



Figura 1-1. Yuca (*Manihot esculenta*)  
Fuente: (IICA, 2002. p 16)

### 1.2.1. Composición Nutricional

En la tabla 1-1, se observa el valor nutricional que aporta la yuca por cada 100g de yuca fresca.

Tabla 1-1. Composición Nutricional de la Yuca (*Manihot sculenta*)

<b>Valor nutricional por cada 100 g</b>	
<b>Energía 160 kcal 670 Kj</b>	
<b>Carbohidratos</b>	38
• Azúcares	1.7
• Fibra alimentaria	1.8
<b>Grasas</b>	0.28
<b>Proteínas</b>	1.4
<b>Agua</b>	60
<b>Retinol (vit. A)</b>	13 µg (1%)
• β-caroteno	8 µg (0%)
<b>Tiamina (vit. B<sub>1</sub>)</b>	0.09 mg (7%)
<b>Riboflavina (vit. B<sub>2</sub>)</b>	0.05 mg (3%)
<b>Niacina (vit. B<sub>3</sub>)</b>	0.85 mg (6%)
<b>Ácido pantoténico (vit. B<sub>5</sub>)</b>	0.11 mg (2%)
<b>Vitamina B<sub>6</sub></b>	0.99 mg (76%)
<b>Vitamina C</b>	20.6 mg (34%)
<b>Calcio</b>	16 mg (2%)
<b>Cobre</b>	0.10 mg (0%)
<b>Hierro</b>	0.27 mg (2%)
<b>Magnesio</b>	21 mg (6%)
<b>Manganeso</b>	0.38 mg (19%)
<b>Fósforo</b>	27 mg (4%)
<b>Potasio</b>	271 mg (6%)
<b>Sodio</b>	14 mg (1%)
<b>Zinc</b>	0.34 mg (3%)

Fuente: (IICA, 2002. p 17)

### 1.2.2. Factores que afectan la calidad postcosecha de la Yuca

Existen diversos factores que de no ser controlados, afectan la calidad de la yuca entre ellos se mencionan:

- **Manejo del producto:** La limpieza del producto es uno de los factores que debe tenerse en cuenta, ya que algunas enfermedades que afectan a la yuca pueden ser causadas por microorganismos que ingresan desde la superficie. Por lo anterior es necesario previamente la

selección y clasificación del tubérculo, separando los productos que no se encuentran en estado óptimo de consumo. La presencia de tierra, deformaciones o pudriciones parciales, constituyen un motivo de rechazo al momento de la adquisición por los consumidores. (Reina, 2008. p 15)

- **Empaque:** Debe cumplir con lo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), 1760:1991, la cual establece que el empaque debe ser de plástico perforado o malla; de cabuya, abacá o cajas de madera, siempre cumpliendo con la higiene y ventilación adecuada. (NTE, 1991. p 5)
- **Transporte:** La accesibilidad a los lugares de producción de yuca generalmente son caminos de tercer orden, que provocan vibración y compresión de la carga alterando al producto.
- **Almacenamiento:** La vida útil de la raíz de la yuca dura aproximadamente hasta 48 horas después de su cosecha, por lo que se presenta como un limitante para su comercialización. Sin embargo, existen diversos métodos de almacenamiento como es la refrigeración, el parafinado o la utilización de bolsas de polietileno con un fungicida Mertect (Thiabendazole), el cual utilizado en dosis mínimas no resultan tóxicos para el organismo. (Reina, 2008. p 16)
- **Microorganismo:** Entre los hongos que mayormente afecta a la yuca se encuentran (*Erinnyis ello*) y bacterias (*Tetranychus telarius*, *Eotetranychus plankii*), los mismos que producen deterioro en los tejidos, afectando la calidad del producto. (Reina, 2008. p 17)

### 1.3. Tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

Esta es una planta originaria en América del Sur. Existen cultivos en Argentina, sur de Bolivia, norte de Perú y en el Ecuador. Actualmente existen países en los cuales se ha introducido este cultivo en menor escala, como son Estados Unidos, Nueva Zelanda y algunos países Europeos.

Los cultivos de tomate de árbol (Fig. 2-1) se realizan en los climas sub-tropicales, en alturas máximas hasta 3000msn y de temperaturas mínimas de 10°C. Dentro del Ecuador las provincias que más lo producen son la de Tungurahua e Imbabura. (Ramírez, 2010. p. 2)





Figura 2-1. Tomate de árbol (*Solanum betaceum*)  
Fuente: (Corpoica, 2010. p 43)

### 1.3.1. Composición Nutricional

El tomate de árbol es un alimento bajo en grasas y alto en fibras que aporta cantidades significativas de vitaminas y además es rico en hierro y potasio. En la tabla 2-1 se observa el aporte nutricional del tomate de árbol por cada 100g. (Corpoica, 2010. p. 45)

Tabla 2-1. Aporte nutricional del Tomate de Árbol para consumo humano

Componente	Cantidad
Calorías (kcal)	80 Ca
Agua	87.9g
Proteína	1,9g
Grasa	0.16g
Cenizas	0,7g
Carbohidratos	0.6mg
Fibra	1.1mg
Calcio	2.0mg
Hierro	2.0mg
Fosforo	36.0mg
Vitamina C	20%

Fuente: (Corpoica, 2010. p 45)

### 1.3.2. Factores que afectan la calidad postcosecha del Tomate de árbol

- **Manejo del producto:** La cosecha del fruto debe realizarse en estado de madurez adecuado, pues inmaduros son de mala calidad y se maduran de manera irregular, mientras que el retraso en la cosecha, acelera la pudrición, disminuyendo la calidad del producto. (Reina, 1998. p 15)

- **Empaque:** Debe ser de caja de madera, cartón corrugado u otro material que cumpla con la higiene y ventilación adecuada, según lo establecido por la norma NTE INEN 1909:1999. <sup>(NTE, 1999. p 6)</sup>
- **Transporte:** Debe protegerse al producto del manejo brusco al momento de cargar y descargar, si la distancia de transporte es corta debe protegerse al tomate de daños físicos y la exposición a temperaturas extremas y si es larga se debe tener mayor cuidado del calentamiento excesivo y el marchitamiento de la fruta causando deterioro.
- **Almacenamiento:** Debe controlarse los factores de temperatura, humedad relativa y atmósfera, con el fin de reducir la velocidad de los procesos fisiológicos del tomate de árbol. La vida útil del tomate de árbol es de 8-10 días después de su cosecha.

Existen diversos estudios que han permitido aumentar la vida útil del tomate de árbol, estableciendo condiciones para su conservación. Estudios expuestos por la Federación de Cafeteros en su manual de manejo afirman, que a temperatura de 7°C y a una humedad relativa entre 90% y 95% el tomate de árbol puede conservarse por alrededor de 8 semanas y si se lo almacena en vinilpel a 8°C, este mantendrá la calidad por 13 semanas <sup>(Corpoica, 2008. p 46).</sup>

También se ha extendido la vida útil con la utilización de recubrimientos comestibles a base de Hidroxipropilmetilcelulosa - lípidos (HPMC-lípidos) y cera Sta-Fresh 2505 <sup>(Castro, 2013. p 1);</sup> cera de laurel <sup>(Andrade, J, 2013. p 1);</sup> obteniendo en las dos investigaciones resultados positivos.

#### 1.4. *Papa chaucha (Solanum phureja)*

Actualmente la papa se ha convertido en un alimento básico en el mundo, debido a sus características y su buen sabor, ubicándose como el cuarto producto de mayor consumo. Forma una parte importante dentro de la alimentación, ya que es un producto portador de energía, debido a su gran contenido de almidón. Se obtiene de la planta solanácea y consta de tres partes: la piel, cáscara y la zona medular que está constituida por tejido parenquimatoso. <sup>(Román & Guillermo, 2002. p 9)</sup>

En el Ecuador existen varias variedades nativas de papa chaucha (Fig. 3-1) entre ellos tenemos: chaucha amarilla, blanca, negra, roja y pigmentada.



**Chaucha amarilla**



**Chaucha blanca**



**Chaucha negra**



**Chaucha roja**



**Chaucha pigmentada**

Figura 3-1. Variedades nativas de papa chaucha (*Solanum phureja*)

Fuente: (Montero & Yumisaca, 2011. p 68)

#### **1.4.1. Composición Nutricional**

Dentro de las papas se puede encontrar diversos componentes nutritivos y no nutritivos como el agua y pectina entre otros. Después de la cosecha, las papas aportan en un 80% agua, de lo cual el 60% es almidón. Esta composición puede cambiar ya que depende de varios factores como son las variedades, clima, tipo de suelo, condiciones de cultivo y de las enfermedades o plagas que se pueden presentar. En la tabla 3-1, se indica el aporte nutricional que la papa aporta para el consumo humano.

(Pino, M, 2005. p 19)

Tabla 3-1. Aporte nutricional de papa fresca para consumo humano

<b>Componente</b>	<b>FAO*</b>
Calorías (kcal)	87
Agua	77
Proteína	1,9
Carbohidratos	20,1
Lípidos	0,10
Vitamina C	13
Hierro	0,31
Calcio	5
Fósforo	44

Fuente: (Pino, M, 2005)

#### **1.4.2. Brotación de los Tubérculos de la Papa chaucha**

La brotación de la papa se produce cuando finaliza la dormición de los tubérculos y puede ser provocada cuando no se controlan algunos factores como la temperatura, humedad y estado de los Tubérculos.

La papa chaucha carece de dormancia al ser papa diploide, por lo que la brotación se produce rápidamente en una semana después de su cosecha. (Duarte, 2012. p 2)

La brotación es la primera causa de pérdida para los productores y comerciantes en la etapa de almacenamiento, ya que no son apetecibles por los consumidores, además existe intensa evaporación de agua, que reduce el peso de los tubérculos. (Duarte, 2012. p 3)

Estudios han permitido desarrollar distintos métodos que evitan la brotación durante el almacenamiento, como son: las bajas temperaturas de 2°C-4°C y el uso de inhibidores de brotación. Los inhibidores son productos aceptados comercialmente, siendo los más utilizados el isopropilo-N-3-clorofenil carbamato (CIPC) y la Hidracida maleica. El primero es un producto que inhibe los brotes, interfiriendo en la formación del huso de la división celular, no obstante su uso está disminuyendo debido a la presencia de residuos en la papa. En cuanto a la Hidracida maleica es un producto utilizado a nivel mundial, que se lo aplica sobre el follaje, cuatro semanas antes de la cosecha, sin embargo este producto es de difícil acceso. (Duarte, 2012. p 3)

Por último es importante resaltar que el consumo de papa con brotes o del tubérculo verde puede causar intoxicaciones, dado que se encuentra una sustancia tóxica conocida como solanina, la cual es un antifúngico propio de la planta, que al consumirse a altas concentraciones puede causar problemas en la salud, presentando síntomas como: diarrea, náuseas, fiebre y en el peor de los casos parálisis y delirio. Por lo anterior se recomienda eliminar los brotes nuevos y no comer tubérculos verdes. (Duarte, 2012. p 3)

#### ***1.4.3. Factores que afectan la calidad postcosecha de la Papa chaucha***

- **Manejo del producto:** Se requiere realizar correctamente las etapas de limpieza, selección y clasificación de la papa chaucha, para garantizar un producto de calidad. La presencia de tierra, deformaciones y deterioro parcial son factores que contribuye al rechazo del producto por parte del consumidor. (Reina, 2009. p 18)
- **Empaque:** Debe ser envases, sacos o fundas, de material resistente y que cumpla con las condiciones sanitarias y de ventilación requerida, según lo establecido por la norma NTE INEN 1516:1987. (NTE, 1987. p 6)
- **Transporte:** Se debe evitar en lo posible la vibración y compresión al momento de transportar las papas, dado que puede alterar al producto.
- **Almacenamiento:** La papa inicia su envejecimiento inmediatamente realizado la cosecha, por ello debe controlarse la temperatura, pues mientras más alta sea mayor será la pérdida de almidón y el envejecimiento. Otro factor a controlarse debe ser la humedad, ya que el alto

contenido de agua en papas contribuye al ataque de microorganismo o insectos que producen daños en la calidad de la misma. (Reina, 2009. p 20)

La vida útil de la papa chaucha es muy reducida, ya que carece de dormancia, por lo que la brotación de las yemas del tubérculo se da aproximadamente una semana después de la cosecha. Existen alternativas para evitar el deterioro de las papas y éste es el almacenamiento a bajas temperaturas, no obstante, puede existir acumulación de azúcares reductores afectando posteriormente en la calidad de la fritura por las reacciones de Maillard. (Reina, 2009. p 20)

- **Microorganismo:** Entre los hongos que mayormente afectan a la papa tenemos a ((*Phytophthora infestans*, *Erysiphe cichoracearum*)) y bacterias (*Streptomyces scabies*, *Erwinia caratovora*), los cuales producen deterioro en los tejidos, afectando la calidad del producto. (Reina, 2009. p 21)

### 1.5. *Recubrimientos comestibles*

Un recubrimiento comestible se puede definir como un conjunto de varias capas delgadas elaboradas de distintos elementos, que pueden ser consumidos por los seres vivos, y aplicados de varias maneras, ya sea por aspersión o inmersión, siendo éste último el más utilizado. (García-Ramos, 2010. p 2)

Además cumple otras funciones como la de evitar la salida de agua, actuando como una barrera que impide el traspaso de gases y solutos. Las soluciones que forman el recubrimiento comestible pueden ser compuestas por polisacáridos, proteínas, lípidos o una mezcla de los mismos (Vasconez, *et al.*, 2009. p 1)

Las películas comestibles se les consideran como aditivos, por lo que se requiere que cumplan con las siguientes características:

- Propiedades tanto nutricionales como organolépticas compatibles con el alimento que se va a recubrir.
- Propiedades mecánicas idóneas, que impidan la pérdida por roturas o quiebre.
- Estables frente a las diferentes condiciones de almacenamiento.
- Fácilmente adheribles a los alimentos que se van a recubrir.
- Cumplir con el reglamento vigente para aditivo alimentario
- De fabricación y aplicación accesibles, utilizando tecnologías sencillas

Cabe recalcar que la materia prima que se utiliza para la fabricación de los recubrimientos comestibles debe ser de fuentes naturales, garantizando que sea biodegradable. (Vasconez, *et al.*, 2009. p 3)

### 1.5.1. *Función de los Recubrimientos comestibles*

Uno de los objetivos por los que se han creado los recubrimientos comestibles, es el actuar en conjunto con los empaques sintéticos, con la finalidad de mejorar la calidad sensorial y alargar la vida útil de los alimentos. (Kester & Fennema, 2009. p 17)

Alguna de las funciones que realizan los recubrimientos comestibles, es la disminución de la pérdida de humedad, componentes volátiles e intercambio de gases. Además, ayuda a mejorar la textura y apariencia de los alimentos. En la figura 4-1, se observa las diversas funciones que cumplen los recubrimientos comestibles. (Kester & Fennema, 2009. p 48)

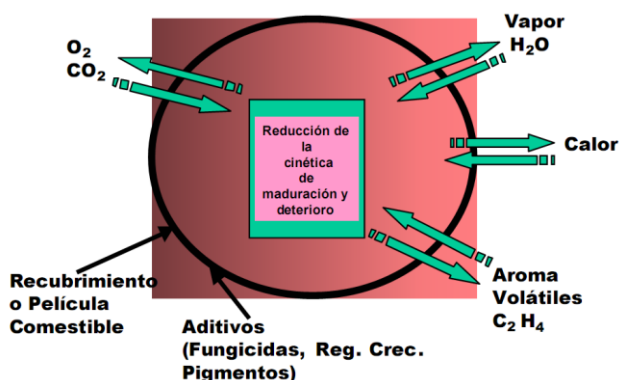


Figura 4-1. Funciones de los recubrimiento comestibles  
Fuente: (Kester & Fennema, 2009. p 48)

### 1.5.2. *Clasificación de los Recubrimientos comestibles*

La materia prima que constituye las películas comestibles se clasifican en dos categorías:

#### 1.5.2.1. *Hidrocoloides*

Son componentes hidrofílicos y en su estructura contienen grupos oxihidrilos, que pueden ser de origen vegetal, animal o microbiano, éstos aumentan la viscosidad y en ciertos casos producen efectos gelificantes, debido a su facilidad de dispersarse en agua. (Krochta & De Mulder, 1997. p 80).

Los hidrocoloides son utilizados como aditivos para espesar o gelificar, además actúan como agentes estabilizantes. Gracias a las investigaciones de los últimos años se ha utilizado los hidrocoloides, por sus excelentes propiedades mecánicas son excelentes actuando como barreras frente al oxígeno,

dióxido de carbono y lípidos; sin embargo, presentan una gran desventaja ya que son compuestos hidrofílicos que facilitan el transporte de humedad. (Krochta & De Mulder, 1997. p 80)

Dentro de los hidrocoloides que se utilizan para la formulación de las películas están: los polisacáridos, siendo el almidón de yuca modificado el más utilizado, además se encuentran alginatos, pectinas, quitosano y derivados de la celulosa, así mismo a este grupo pertenecen las proteínas como la caseína, colágeno y algunas proteínas del suero lácteo. (Krochta & De Mulder, 1997. p 80 )

Por último cabe destacar que se emplearon diversos hidrocoloides para la elaboración de recubrimiento comestibles en esta investigación, los cuales se detallan a continuación:

- **Glicerol:** Se utiliza como plastificante y es uno de los materiales más empleado en la elaboración de recubrimientos comestibles, dado a los buenos resultados obtenidos en los diversos trabajos de investigación realizados. Además, actúa como agente humectante, disminuyendo las fuerzas intermoleculares y aumentando el movimiento de las cadenas del polímero, lo que mejora las propiedades físicas del recubrimiento. Las concentraciones que se han utilizado son del 0.1% al 2%. (Kester & Fennema, 2009. p 50)
- **Carboximetilcelulosa (CMC):** Es un polímero que al gelificar forma una película, que actúa como ligante, espesante y estabilizante. Debido a su transparencia es utilizado para la elaboración de recubrimientos ya que no influye en la apariencia del producto. Existen estudios que demuestran que la CMC es ha sido utilizada como un agente protector para retrasar el proceso de maduración y senescencia de frutos de mango, obteniéndose resultados positivos. (García-Ramos, 2010. p 1-3)
- **Goma arábica:** Constituye una goma única entre los hidrocoloides, debido a su solubilidad en el agua. Es un emulsificante efectivo, presenta baja viscosidad, buena actividad de superficie y habilidad para formar una película protectora en una emulsión. Además puede formar emulsiones estables con la mayoría de aceites. (García-Ramos, 2010. p 1-3)

#### 1.5.2.2. *Lípidos*

Son compuestos apolares, hidrofóbicos, que presentan una barrera que impide el paso de humedad. Los más utilizados como materia prima para la elaboración de películas comestibles son las ceras, que pueden ser de origen animal y vegetal, resina y ácidos grasos entre ellos monoglicéridos y diglicéridos.

La desventaja que presentan estas sustancias es la baja capacidad que tienen para formar los recubrimientos ya que se rompen fácilmente y la durabilidad es baja, sin embargo, son los más utilizados para proteger las frutas. Se aplican como una capa externa que ayuda a la cera natural propia que tienen los frutos y la que es fácilmente removida cuando éstos se lavan, además le confiere un brillo especial, que le hace más apetecible a la vista de los consumidores. (Krochta & De Mulder, 1997. p 90).

Igualmente, resulta importante resaltar que dentro de estos compuesto hidrofóbicos se encuentra el látex de Sande que posee en su estructura componentes como terpenos y alcaloides, a los cuales se les otorga la actividad antifúngica. (Gaibor, 2013. p 26)

- **Látex de Sande (*Brosimun utile*):** proviene del árbol Sande (Fig. 5-1), el cual pertenece a la familia de las Moraceae, se encuentra en climas de la región tropical y sub tropical. En el Ecuador existen alrededor de 20 géneros que se encuentran ubicados en zonas bajas.



Figura 5-1. Extracción del látex de Sande (*Brosimun utile*)  
Fuente: (Gaibor, D, 2013. p 26 )

El látex de Sande es de color blanco y grumoso, sabor insípido, inodoro, de textura viscosa, que al ser líquido presenta una humedad de 99,43%. Estudios realizados afirman, que el látex puede ser utilizado en cualquier concentración ya que no presenta hepatotoxicidad. (Gaibor, 2013. p 27)

El látex de Sande dentro de la Amazonía ha sido muy utilizado por los pueblos indígenas. Tiene un sin número de usos, por ejemplo, como goma para impermeabilizar botes y canoas. Además es utilizado para usos medicinales siendo su primera utilidad la prevención y curación de úlceras estomacales. Otro uso es para la fabricación de velas y de goma de mascar. (Gaibor, 2013. p 27 ).



### **1.5.3. Factores que afectan la calidad del Producto recubierto.**

Existen varios factores que pueden afectar la calidad del producto una vez recubierto entre ellos se puede mencionar: la composición del recubrimiento, los tipos de hidrocoloides y lípidos, los componentes de los excipientes como plastificantes y emulsionantes y el contenido de sólidos. También puede verse afectada por la viscosidad de las formulaciones, la capacidad de adhesión del recubrimiento al vegetal, el tipo de vegetal a utilizarse y las condiciones de almacenamiento y transporte, por lo que deben controlarse temperatura, humedad, tiempo o uso de atmósferas modificadas. (Kester & Fennema, 1986. p 53)

### **1.5.4. Métodos de aplicación de los recubrimientos**

Existen dos métodos para la aplicación de los recubrimientos: la inmersión y aspersión, éstos métodos son aplicados una vez que se ha obtenido la formulación a los frutos o vegetales, previamente lavados y desinfectados.

La inmersión es utilizada en productos que tienen superficies irregulares y requieren el recubrimiento uniforme. Se usa en frutas, verduras, carnes, pescados y aves. La técnica consiste en sumergir el alimento, por un tiempo variable, que dependerá de la viscosidad y temperatura. Posteriormente se deja secar y se almacena. La desventaja de éste método, es la necesidad de cambiar constantemente la solución empleada para el recubrimiento ya que se vuelve vulnerable a la contaminación microbiana.

La aspersión es el método que más se emplea cuando se requiere aplicar en superficies uniformes y lisas. Con este método se obtienen recubrimientos delgados y uniformes. (Ramires, Q, *et al.* 2013. p 181).

## CAPÍTULO 2

### METODOLOGÍA

#### 1.6. Lugar de la investigación

La investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Escuela de Bioquímica y Farmacia de la ESPOCH y en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos en la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

#### 1.7. Materiales, Equipos y reactivos

##### 1.7.1. Material Vegetal

Las muestras utilizadas fueron seleccionadas de acuerdo a su índice de maduración, color, tamaño, libres de enfermedades criptogámicas, sin lesiones mecánicas, basados en la aplicación de las normas establecidas por el INEN, NTE 1909 para tomate de árbol, NTE 1760 para yuca y NTE 1516 para papa chaucha.

- Yuca (*Manihot sculenta*): Fue adquirida en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza.
- Papa Chaucha (*Solanum phureja*): Proveniente de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.
- Tomate de árbol (*Solanum betaceum*): Se adquirió el eco-tipo rojo- anaranjado, en el cantón Cevallos perteneciente a la provincia de Tungurahua.
- Látex de Sande (*Brosimum utile*): Fue adquirido en la ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza

##### 1.7.2. Equipos

Autoclave

Agitador magnético

Balanza analítica

Cámara de Flujo Laminar

Cámara digital

Colorímetro

Equipo de titulación

Licuadaora  
Refractómetro  
Penetrómetro  
Refrigeradora  
Estufa

#### **1.7.3.    *Materiales de Laboratorio y otros***

Balón aforado  
Bandejas de poliestireno expandido  
Bureta  
Cajas Petri de vidrio  
Espátula  
Medidor de pH  
Papel aluminio  
Piceta  
Probeta  
Pipetas  
Vasos de precipitación  
Varilla de agitación  
Soporte universal  
Termómetro  
Cuchillo  
Colador  
Rallador

#### **1.7.4.    *Reactivos***

Hidróxido de Sodio 0.1N  
Hipoclorito de Sodio 0.1%  
Fenolftaleína

#### **1.7.5.    *Medios de Cultivo***

Cajas petrifilm para Aerobios Totales  
Cajas petrifilm para Coliformes Totales  
Cajas petrifilm para Mohos y Levaduras

## **1.8. Técnicas y Métodos**

La investigación se realizó en tres etapas, en la primera se obtuvo las formulaciones de los recubrimientos comestibles, seguido de su aplicación en tres vegetales (yuca, tomate de árbol y papa chaucha), finalmente se evaluó los parámetros físicos (pérdida de peso, textura, color, número y longitud de brotes), químicos (acidez, sólidos solubles e índice de maduración), microbiológicos (aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras), en diferentes tiempos de acuerdo a su vida útil, en la figura 6, se observa la esquematización de las diferentes etapas.

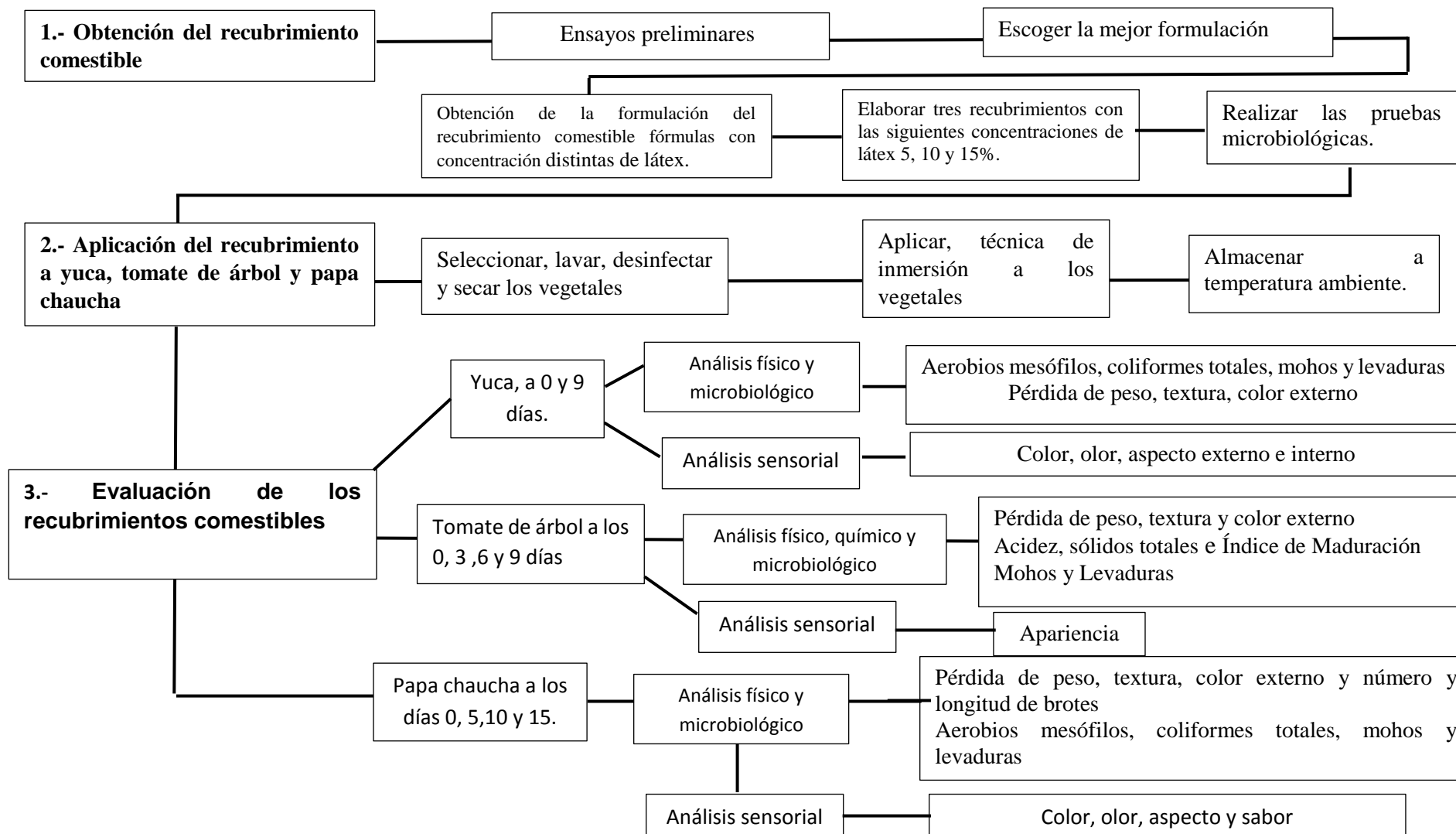


Figura. 6: Esquema de las diferentes etapas para obtención, aplicación y evaluación de los recubrimientos comestibles.

Realizado por: Solórzano Vicky

### **1.8.1. Obtención de la formulación para el recubrimiento**

Para la obtención de la formulación del recubrimiento comestible fue necesario realizar ensayos preliminares, que permitieron evaluar la afinidad del látex con los componentes. Se revisaron varias formulaciones reportadas en investigaciones anteriores, que facilitan la selección de la mejor formulación con base en la formación y adherencia de la película a los vegetales. La composición del recubrimiento comestible a estudiar estuvo conformado por: agua, goma arábica, glicerol, CMC y látex de Sande, siendo este último componente el que varió en porcentaje entre 5, 10 y 15 valores éstos, basados en el estudio de (Moreta A. 2014. p 70), en la que se evaluó la actividad antifúngica en *Moniliophthora rorer* de frutos de cacao (*Theobroma cacao L*) de extractos de látex de Sande (*Brosimum utile*), encontrando que a una concentración de 2000 ppm de látex hubo efecto inhibidor.

- **Elaboración del recubrimiento**

Para el proceso de elaboración se preparó una solución acuosa al 10% de goma arábica, 0.5% de CMC y 3% de glicerol. La mezcla se calentó durante 3 minutos en el microondas hasta llegar a una temperatura de 80°C, posteriormente se enfrió a temperatura ambiente y se agregó el látex de Sande en concentraciones de 5%, 10% y 15%. Seguidamente se homogenizó por 5 minutos a 10.000 rpm con la ayuda de un agitador mecánico (Corning Stirrer PC-353, USA), se almacenó a 5°C hasta su utilización. Se tomaron muestras para análisis microbiológico (aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras.)

Las tres formulaciones se comparan con recubrimientos comerciales, que fueron realizados sobre la yuca con parafina sólida previamente calentada a temperaturas de 120-140°C, y en tomate con cera Sta-Fresh 2505 a una concentración de 1:1, compuesta 21% de cera carnauba disuelta en agua.

### **1.8.2. Aplicación de recubrimientos y almacenamiento de las muestras.**

- **Aplicación de los recubrimientos**

Previo a la aplicación, las tres formulaciones fueron sometidas a radiación ultravioleta por 5 minutos. Los vegetales fueron lavados y posteriormente desinfectados al sumergirlos durante 3 minutos en una solución de cloro a 100 ppm, para finalmente ser secados manualmente. Seguidamente cada muestra de vegetal, fue sumergido en un recipiente de 1litro de recubrimiento comestible, y secado a temperatura ambiente.

- ***Almacenamiento de los productos***

Los vegetales se almacenaron en bandejas de poliéster expandido, simulando los estantes de los lugares de comercialización (temperatura ambiente 20°C y sin envase).

### **1.8.3. Evaluación de los recubrimientos comestibles**

A continuación se detalla a través de las figuras y cuadros la esquematización por tratamiento, el número de repeticiones, los ensayos y períodos de evaluación correspondientes para cada vegetal. Posteriormente se resume, como se realizó cada ensayo.

1.8.3.1. Esquematzación de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en yuca

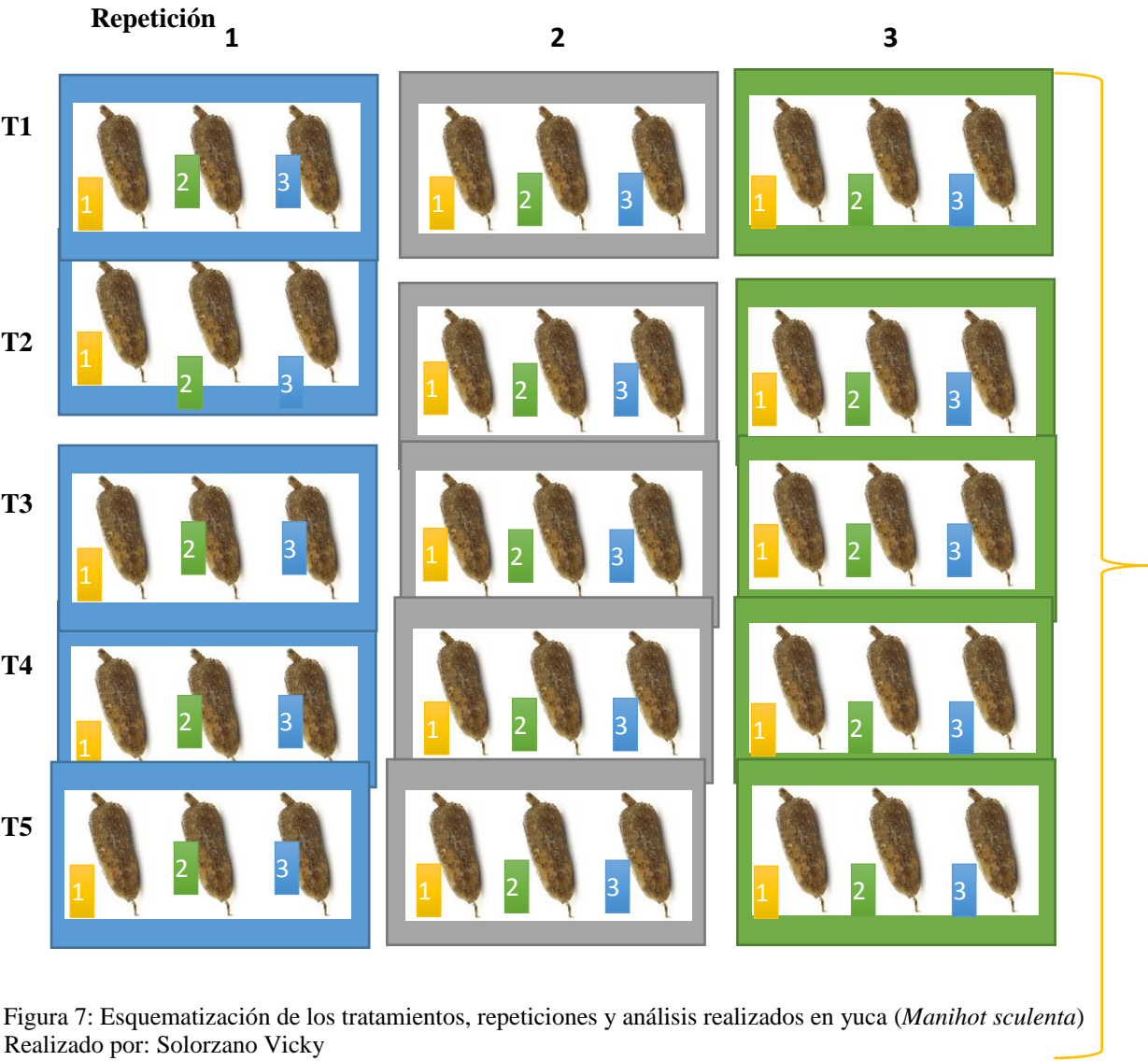


Tabla 4-2: Análisis realizados en yuca

Análisis	1	2	3
	Microbiológico	Físico	Sensorial
Día del muestreo	0 y 9	0, 3,6 y 9	9
Ensayos	Aerobios mesófilos, Coliformes totales, Mohos y levaduras	Peso, color externo	Color, olor, apariencia externa e interna
Observaciones	Dilución 10 <sup>-4</sup>	Textura día 9	-
# de muestra por tratamiento	3	Peso (9) Textura y color (3)	3

Realizado por: Solorzano Vicky

T1: Sin Recubrimiento (Testigo)  
T2: Parafina (Control)  
T3: Recubrimiento con látex 5%  
T4: Recubrimiento con látex 10%  
T5: Recubrimiento con látex 15%

Figura 7: Esquematzación de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en yuca (*Manihot sculenta*)  
Realizado por: Solorzano Vicky



1.8.3.2. Esquematzación de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en tomate de árbol

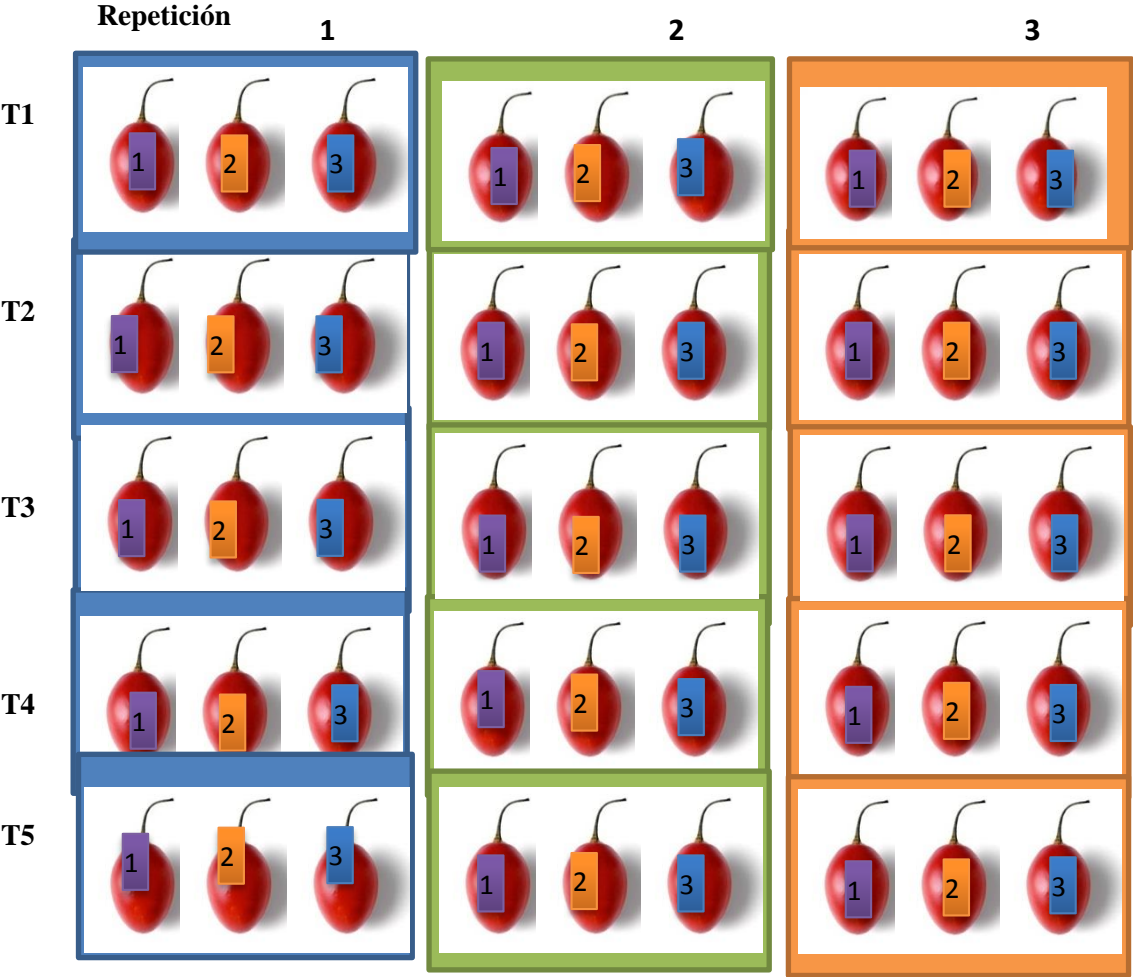





Tabla 5-2: Análisis realizados en tomate de árbol

Ensayos	 Microbiológico	 Análisis Físico-Químico	 Análisis Sensorial
Día del muestreo	0,3,6,9	0, 3,6 y 9	9
Ensayos	Mohos y levaduras	Peso, color externo, textura, acidez, sólidos solubles e índice de maduración	Apariencia
Observaciones	Dilución 10 <sup>-3</sup>	Para pérdida de peso y color, se utilizaron las mismas muestras	-
# de muestra por tratamiento y ensayo	3	3	3

Realizado por: Solorzano Vicky

T1: Sin Recubrimiento (Testigo); T2: Cera comercial (Control) ;  
T3: Recubrimiento con látex 5%; T4: Recubrimiento con látex 10%;  
T5: Recubrimiento con látex 15%

Figura 8: Esquematzación de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en tomate de árbol (*Solanum betaceum*)  
Realizado por: Solorzano Vicky

1.8.3.3. Esquematización de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en papa chaucha

Repetición

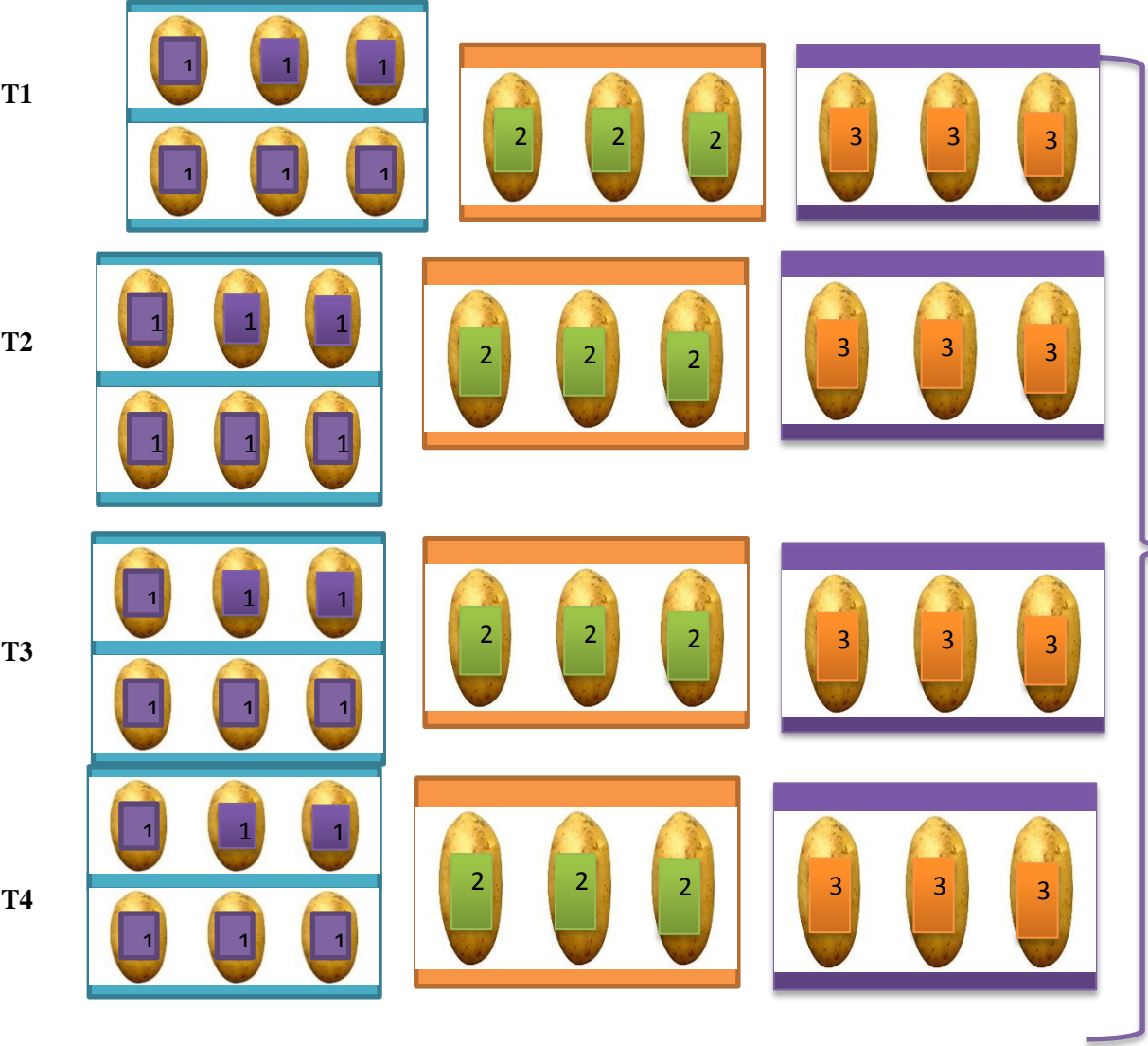





Tabla 6-2: Análisis realizados en papa chaucha

Análisis	 Físico	 Microbiológico	 Sensorial
Día del muestreo	0,5,10 y 15	0 y15	9
Ensayos	Peso, color externo, número y longitud de brotes	Aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras	Color, olor, sabor, apariencia y sabor
Observaciones	Dilución 10 <sup>-3</sup>	Textura (día 15)	-
# de muestra por tratamiento y ensayo	3	6	3

Realizado por: Solorzano Vicky

T1: Sin Recubrimiento (Testigo);  
T2: Recubrimiento con látex 5%;  
T3: Recubrimiento con látex 10%;  
T4: Recubrimiento con látex 15%

Figura 9: Esquematización de los tratamientos, repeticiones y análisis realizados en papa chaucha (*Solanum phureja*)  
Realizado por: Solorzano Vicky

#### 1.8.3.4. Descripción de los ensayos físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales empleados

##### ➤ **Pérdida de Peso**

Se pesaron las muestras al inicio y al final de cada periodo de evaluación según el vegetal estudiado, en una balanza electrónica (Adventurer Pro AV213, USA).

Para tomate de árbol y yuca se utilizaron 9 unidades, mientras que en la papa se emplearon 6 unidades, por cada tratamiento. Los resultados se reportaron en porcentaje de pérdida, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida de Peso(\%)} = \frac{100 \times (Pf - Po)}{Po}$$

Donde:

Po: Peso inicial (g)

Pf: Peso final (g)

##### ➤ **Sólidos solubles**

Se realizó la determinación utilizando un refractómetro manual (Atago® NAR-1T Liquid, Japón), de acuerdo a lo establecido por la norma INEN 380:1985. Este ensayo se realizó para determinar los cambios que se presentaron en la concentración de sólidos solubles presentes en el tomate de árbol, a los días 0, 3, 6 y 9. Para ello se colocaron 3 gotas del jugo de tomate sobre el prisma, previa calibración con agua destilada, se realizó por triplicado el análisis, los resultados se expresaron en Brix°.

##### ➤ **Acidez**

Para la determinación de la acidez se utilizó el método de AOAC (2000) 939.05, expresando el resultado en porcentaje de ácido cítrico. El procedimiento consistió en una titulación con hidróxido de Sodio (NaOH al 0.1N) previa homogenización y filtración de la muestra, se tomó 1 mL de muestra y se adicionó en 9 mL de agua destilada, se añadió 3 gotas de solución indicadora de fenolftaleína, hasta obtener un viraje color rosa la cual se mantuvo por alrededor de un minuto. Los análisis se realizaron por triplicado y el porcentaje de acidez se calculó por la siguiente ecuación:

$$\%A = \frac{V1 \times N \times 0.064 \times 100}{V2}$$

Donde:

V<sub>1</sub>= Volumen de NaOH utilizado

N<sub>NaOH</sub>= Normalidad del Hidróxido de Sodio

0.064 = Mili equivalente del ácido cítrico

$V_2$  = Volumen utilizado de muestra.

### ➤ ***Índice de maduración***

Se determinó según lo establecido por la norma INEN, 1909:1983, a través de la relación entre el valor de los sólidos solubles y la acidez titulable, el resultado se expresa como °Brix/% ácido cítrico.

$$IM = \frac{^{\circ}Brix}{\% \text{ácido Cítrico}}$$

### ➤ ***Diferencia de Color***

Se utilizó el colorímetro (DR Lange Spectro Color ®, USA) para la determinación del color superficial. Para ello se realizaron dos medidas sobre 3 frutos en el mismo punto para cada tratamiento en los diferentes días de almacenamiento obteniendo valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , que permiten especificar estímulos de color en un espacio tridimensional.

Donde  $L^*$  se define como, la luminosidad (0=negro, 100=blanco),  $a^*$  representa una variación entre el color verde si es negativo o rojo si es positivo, mientras que  $b^*$  amarillo si es un valor positivo y azul si es negativo.

Para evaluar la diferencia que existe entre dos colores, se debe calcular Delta E ( $\Delta E$ ), utilizando la siguiente fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

Donde:

$\Delta L = L_{\text{final}} - L_{\text{inicial}}$

$\Delta a^* = a^*_{\text{final}} - a^*_{\text{inicial}}$

$\Delta b^* = b^*_{\text{final}} - b^*_{\text{inicial}}$

Para la interpretación de los valores obtenidos en este ensayo se empleó la tabla de interpretación de  $\Delta E$ . (Ver tabla 7-2.)

Tabla 7-2: Interpretación del  $\Delta E$

Valores $\Delta E$	Calidad
0-1	Excelente, diferencia invisible.
1-2	Buena, diferencia solo visible para un ojo entrenado
3-4	Normal, diferencia media visible para un ojo no entrenado
5	Suficiente, diferencia obvia
Superior a 5	Mala, diferencia muy evidente

Fuente: (Restrepo, 2011. p 4)

➤ ***Textura***

Este parámetro se determinó con la ayuda de un penetrómetro (FT 327), con el fin de evaluar la firmeza de los vegetales a partir de la resistencia, que presenta la pulpa a la penetración. Se midió por triplicado en 3 vegetales por tratamiento y almacenaje respectivo, el resultado es expresado en Kg-f.

➤ ***Número de brotes***

Este análisis se realizó exclusivamente para papa. Para ello se tomaron 6 unidades de cada tratamiento y se procedió al conteo de los brotes. El número de brotes presentes en cada unidad permitieron compararlos con las muestras sin recubrimiento y obtener el % de inhibición.

➤ ***Longitud de brotes.***

Con la ayuda de un parquímetro digital (Mitutoyo 150mm 500-196-30B, Brasil), se midió la longitud de cada brote observado en las papas, se realizó 6 repeticiones por cada tratamiento, midiendo desde la base hasta el extremo del brote, los resultados se expresaron en milímetros.

➤ ***Análisis microbiológico (aerobios totales, coliformes totales, mohos y levaduras)***

Los análisis microbiológicos se realizaron según el método AOAC 989.11 (2005), utilizando placas Petrifilm TM ® para aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras.

Un mililitro de muestra homogenizada y filtrada, se agregó a 9mL de agua estéril, se agitó y se realizaron diluciones seriadas. Se procedió a sembrar, colocando 1mL de la dilución sobre la placa respectiva, luego se presionó por 10 segundos, se etiquetó y se incubó, de acuerdo a lo expuesto en la tabla 8-2.

Tabla 8-2: Condiciones para la incubación de aerobios mesófilos y coliformes totales, mohos y levaduras

<b>Microorganismo</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Tiempo de incubación</b>
Aerobios mesófilos	37°C	24 horas
Coliformes totales	37°C	24-36 horas
Mohos y levaduras	35-37°C	3-5 días

Realizado por: Solorzano Vicky

Para la interpretación de resultados se utilizó la Guía de Interpretación de 3MTM Petrifilm TM®

### ➤ ***Análisis Sensorial***

Para el análisis sensorial se evaluaron los parámetros de color, olor, apariencia interna y externa de la yuca; para papa chaucha, se analizó los atributos de: color, apariencia, olor y sabor, finalmente para tomate de árbol se evaluó solamente apariencia.

El panel lo conformaron 5 evaluadores semi-entrenados. Las muestras que analizaron fueron 3 unidades por cada tratamiento (T1, T2, T3, T4 y T5), las cuales se colocaron al azar con códigos diferentes de tres dígitos. Para realizar el análisis, el panelista debía ordenar las muestras del 1 al 5 en orden descendente, considerando el 1 (el mejor) y 5 (el peor).

Al final se realizó una suma de los rangos con los valores otorgados dando el primer lugar al que presentó el menor valor en la suma, considerándolo como el mejor tratamiento y el último lugar al que obtuvo un mayor puntaje en la suma calificándolo como peor tratamiento. En el Anexo B se presenta el formato de evaluación para el análisis sensorial.

### ➤ ***Análisis Estadístico***

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza de un factor (ANOVA) y para la comparación de medias se utilizó el test de Tukey ( $P < 0.05$ ) donde se determina si existen diferencias entre los tratamientos y análisis de medidas repetidas en tiempo. Se utilizó el programa estadístico Minitab® versión 15 como herramienta de análisis.

## CAPÍTULO 3

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 2.1. Recubrimiento comestible

En la tabla 9-3, se observan las formulaciones utilizadas con concentraciones de látex de 5, 10 y 15%, manteniendo constante los otros ingredientes. Para establecer estas proporciones fue necesario realizar pruebas preliminares para formar un recubrimiento homogéneo que genere una barrera efectiva frente a la pérdida de agua, lo que evitará que los vegetales pierdan su calidad rápidamente.

En la tabla 10-3, se presentan los resultados del análisis físico y microbiológico del recubrimiento con mayor concentración de látex. El recubrimiento presenta un pH 6.08, el mismo que no afecta e influye en los alimentos, es soluble al agua y forma un recubrimiento homogéneo.

Tabla 9-3: Formulaciones de los recubrimientos comestibles

Formula	Goma arábica (%)	CMC (%)	Glicerina (%)	Látex (%)	Agua (%)
1	10	0.5	3	5	81.5
2	10	0.5	3	10	76.5
3	10	0.5	3	15	71.5

Realizado por: Solorzano Vicky

Tabla 10-3: Análisis físico y microbiológico del recubrimiento comestible.

<b>pH</b>	6.08
<b>Apariencia</b>	Líquido opaco
<b>Color</b>	Blanco lechoso
<b>Olor</b>	Característico
<b>Solubilidad al agua</b>	Soluble
<b>Aerobios mesófilos (UFC/mL)</b>	$5 \times 10^{-4}$
<b>Coliformes totales (UFC/mL)</b>	$2 \times 10^{-4}$
<b>Mohos y Levaduras (UFC/mL)</b>	No hubo crecimiento

Realizado por: Solorzano Vicky

En el análisis microbiológico realizado (Tabla 10-3), denota la presencia de microorganismos en el recubrimiento comestible, dado que no existe una norma específica para recubrimientos, se comparó

con la norma sanitaria peruana (NTS N°-MINSA/DIGESA-V.01.), que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, de verduras frescas y mínimamente procesadas, observándose un valor aceptable para aerobios mesófilos, mientras que en coliformes totales existió un recuento elevado, sobrepasando los límites de aceptación, por tanto para la utilización de este recubrimiento fue necesario, la radiación ultravioleta, de esta manera se evitó un aumento en el recuento microbiológico de los vegetales con recubrimiento. La carencia de tecnificación en el proceso de extracción del látex, es la principal causa de la presencia de microorganismos.



## 2.2. Resultados de los análisis realizados en Yuca (*Manihot sculenta*)

Tabla 11-3: Resultados obtenidos de los análisis físicos

Ensayo Tratamiento	Día 0	Día 3					Día 6					Día 9				
	Fresco	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
Textura (kg-f)	17.733 +- 0.306 <sub>a</sub>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.433 +- 0.404 <sub>d</sub>	17.033 +- 0.551 <sub>a</sub>	10.467 +- 0.643 <sub>c</sub>	12.633 +- 0.513 <sub>b</sub>	12.267 +- 0.306 <sub>b</sub>
Color externo (ΔE)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.478 +- 0.442 <sub>d</sub>	1.859 +- 0.723 <sub>a</sub>	3.826 +- -0.534 <sub>c</sub>	2.140 +- 0.617 <sub>ab</sub>	3.68 +- 0.399 <sub>bc</sub>
Pérdida de Peso (%)		7.319 +- 0.377 <sub>e</sub>	0.892 +- 0.089 <sub>a</sub>	3,449 +- 0,2903 <sub>d</sub>	1,920 +- 0,1515 <sub>b</sub>	2,628 +- 0,1515 <sub>c</sub>	16.162 +- 0.760 <sub>j</sub>	2.361 +- 0.340 <sub>b</sub>	10,601 +- 0,440 <sub>f</sub>	7,041 +- 0,243 <sub>e</sub>	7,591 +- 0,438 <sub>e</sub>	19.936 +- 0.558 <sub>k</sub>	3,253 +- 0,420 <sub>cd</sub>	14,711 +- 0,538 <sub>i</sub>	11,721 +- 0,721 <sub>g</sub>	13,726 +- 0,628 <sub>h</sub>

T1: Sin recubrimiento; T2: Recubrimiento Comercial; T3: Recubrimiento con 5% de Látex; T4: Recubrimiento con 10% de Látex ; T5: Recubrimiento con 15% de Látex

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Realizado por: Solorzano Vicky

Tabla 12-3: Resultados obtenidos en los análisis microbiológicos

Ensayo Tratamiento	Día 0	Día 9				
	Fresco	T1	T2	T3	T4	T5
Aerobios mesófilos (Log UFC/mL)	4,3735+- 0,0284b	5,6831+-0.6794c	0.0000+- 0.000a	4,9524+- 0.3073bc	0.0000+- 0.000a	0.0000+- 0.000a
Coliformes totales (Log UFC/mL)	3,5340+- 0,3233b	4,4601+-0.0556c	0.0000+- 0.000a	0.0000+- 0.000a	0.0000+- 0.000a	0.0000+- 0.000a
Mohos y levaduras (Log UFC/mL)	0.0000+- 0.000a	4.8744+-0.0290b	0.000+- 0.000a	0.000+- 0.000a	0.000+- 0.000a	0.000+- 0.000a

T1: Sin recubrimiento; T2: Recubrimiento Comercial; T3: Recubrimiento con 5% de Látex; T4: Recubrimiento con 10% de Látex; T5: Recubrimiento con 15% de Látex

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Realizado por: Solorzano Vicky

Tabla 13-3: Resultados obtenidos en el análisis sensorial

TRAT.	9 DIAS																			
	(COLOR)					(OLOR)					(APARIENCIA INTERNA)					(APARIENCIA EXTERNA)				
JUECES	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
1	5	1	4	2	3	4	2	5	1	3	5	1	4	2	3	5	1	3	2	4
2	1	3	5	2	4	4	3	3	1	2	5	1	4	2	3	5	1	4	2	3
3	4	1	5	2	3	5	1	3	3	4	5	1	4	2	3	5	2	4	3	2
4	5	2	3	1	4	2	1	5	4	3	5	1	3	2	4	5	2	4	1	3
5	5	3	2	4	1	4	1	5	2	3	5	2	4	1	3	5	1	3	2	4
Suma de rangos	20	10	19	11	15	19	8	21	11	15	25	6	19	9	16	25	7	18	10	16

T1: Sin recubrimiento; T2: Recubrimiento Comercial; T3: Recubrimiento con 5% de Látex; T4: Recubrimiento con 10% de Látex; T5: Recubrimiento con 15% de Látex  
Realizado por: Vicky Solorzano

### 2.2.1. Textura, color externo y pérdida de peso

En la tabla 11-3, se observan los resultados obtenidos de los parámetros de textura, pérdida de peso y color externo, presentando diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en todos los tratamientos. Durante el tiempo de almacenamiento se evidencia la disminución de la textura, pudiéndose atribuir a la pérdida de agua, que según, Gisbert, A., *et al.*, (2007) es provocada por la hidrólisis de las paredes celulares durante la maduración, dando lugar al ablandamiento, afectando a las fuerzas de cohesión, por lo que disminuye la resistencia a la penetración.

Las mejores condiciones conseguidas de textura fueron las del tratamiento T2 (cera comercial) con un valor de 17.03kg-f, con respecto al producto fresco (T0) 17.73kg-f, seguido de T4 (látex al 10%) y T5 (látex al 15%), mientras que el tratamiento T1 (sin recubrimiento) presentó mayor pérdida de firmeza, pues al día 9 alcanzó 8.43kg-f. Considerando que el control (T2) fue recubierto con parafina, que proporciona una capa de mayor grosor que en los otros tratamientos, explica como la barrera a gases y vapor disminuye la pérdida de peso y por ende mantiene su textura.

Según Kader, A. *et al.*, (2007), la pérdida de agua causada por los procesos de transpiración y respiración en los vegetales son el principal factor que provoca pérdida de peso, por lo que este parámetro fue evaluado como porcentaje en los días 3, 6 y 9. En la tabla 11-3, se observa que este valor aumenta durante el almacenamiento, siendo el producto sin recubrimiento (T1) el que incrementó considerablemente su pérdida de peso (19.9%), y consiguiéndose en los tratamientos T4, T5 y T3 (látex al 5%), valores en un rango entre 11 al 15% respectivamente. El tratamiento que obtuvo menor pérdida de peso fue el T2 (3.3%), coincidiendo estos resultados con los de Heredia *et*

al, (2002) en su estudio de los efectos del uso de ceras comestibles sobre la maduración postcosecha en papaya.

Relacionando la textura y la pérdida de peso con el color externo, este último presenta el mismo patrón de comportamiento. En los resultados obtenidos para este parámetro (tabla 11-3) puede observarse como los tratamientos T2 y T4 presentan los mejores resultados, seguido de T3 y T5, siendo el tratamiento T1 sin recubrimiento el cambio de color más drástico. Esto se corresponde con lo indicado por Ramírez, *et al*, 2010, quien afirma que los recubrimientos retrasan los procesos de deterioro, entre estos la despigmentación y pérdida de peso incidiendo en la textura.

### **2.2.2. Análisis Microbiológico**

Los resultados obtenidos en el análisis microbiológico se muestran en la tabla 12-3, presentando diferencia significativa. En el día 0, el producto fresco (T0) presentó crecimiento microbiano tanto para aerobios mesófilos como para coliformes, no existiendo crecimiento de mohos y levaduras. En el día 9 para T1 se evidenció un aumento en los recuentos de los 3 parámetros (aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras) entre 3-4log UFC/mL, mientras que en los tratamiento T2, T4 y T5 no existió crecimiento microbiológico, bajo ninguna de estas formas. Estos resultados pueden atribuirse a las propiedades antimicrobianas presentes en el látex de Sande (*Brosimum utile*) dado que en su estructura están presentes alcaloides y terpenos que ejercen este efecto. (Gaibor R, Doris. V.).

### **2.2.3. Análisis Sensorial**

Los parámetros de color, olor, apariencia externa e interna fueron evaluados a través de una prueba de ordenamiento (Tabla 13:3), los resultados se correlacionan con los obtenidos en los análisis físicos realizados. El tratamiento T1 fue ubicado en el último lugar en la prueba de ordenamiento, para todos los parámetros, considerando que se utilizó la numeración con base en su ubicación (rangos), éste presenta el mayor valor en la sumatoria de rangos. Mientras que el tratamiento con mayor aceptación en todos los parámetros fue T2, debido a que los panelistas lo colocaron en primer lugar (menor puntuación en la sumatoria de rangos). Este producto presentó mayor brillo que los recubiertos con T3, T4 y T5, además fue el único tratamiento que no presentó signos de deterioro visibles externa e internamente, a diferencia del resto de los tratamientos, en cuanto a los tratamientos con látex, el T4 fue ubicado en segundo lugar.

### 2.3. Resultados de los análisis realizados en tomate de árbol (*Solanum betaceum*)

Tabla 14-3: Resultados de los análisis físicos, químicos y microbiológicos.

ENSAYO	DIA 0	DIA 3					DIA 6					DIA 9				
	Fresco	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
Acidez (% ácido cítrico)	2,240++ 0,064 <sub>a</sub>	1,792+- 0,064 <sub>bcd</sub>	2,005+- 0,098 <sub>b</sub>	1,9013+- -0,040 <sub>bc</sub>	1,963+- 0,098 <sub>b</sub>	2,027+- 0,098 <sub>ab</sub>	1,557+- 0,037 <sub>de</sub>	1,856+- 0,064 <sub>bc</sub>	1,643+- 0,074 <sub>cde</sub>	1,685+- 0,074 <sub>cde</sub>	1,813+- 0,074 <sub>bc</sub>	1,131+- 0,098 <sub>f</sub>	1,792+- 0,064 <sub>bcd</sub>	1,109+- 0,098 <sub>f</sub>	1,536+- 0,064 <sub>e</sub>	1,593+- 0,054 <sub>e</sub>
Sólidos totales (Brix°)	6,833++ 0,289 <sub>a</sub>	7,833+- 0,764 <sub>abc</sub>	7,500+- 0,500 <sub>ab</sub>	8,167+- 0,289 <sub>abcd</sub>	7,833+- 0,289 <sub>abc</sub>	7,667+- 1,041 <sub>ab</sub>	9,500+- 0,500 <sub>def</sub>	8,000+- 0,500 <sub>abcd</sub>	9,500+- 0,500 <sub>def</sub>	9,333+- 0,289 <sub>cde</sub>	8,667+- 0,764 <sub>bcd</sub>	11,000+- -0,500 <sub>i</sub>	8,500+- 0,500 <sub>bcd</sub>	10,333+- -0,289 <sub>ef</sub>	9,667+- 0,289 <sub>def</sub>	9,000+- -0,500 <sub>bcd</sub>
Ind. Madurez (Brix/% a c. Cítrico)	3,054++ 0,207 <sub>a</sub>	4,371+- 0,404 <sub>bc</sub>	3,869+- 0,264 <sub>ab</sub>	4,457+- 0,162 <sub>bc</sub>	4,002+- 0,325 <sub>ab</sub>	3,775+- 0,383 <sub>ab</sub>	6,098+- 0,209 <sub>e</sub>	4,410+- 0,444 <sub>bc</sub>	5,783+- 0,156 <sub>de</sub>	5,540+- 0,0735 <sub>cde</sub>	4,776+- 0,298 <sub>bcd</sub>	9,453+- -0,718 <sub>f</sub>	4,750+- 0,4004 <sub>bcd</sub>	9,360+- 0,823 <sub>f</sub>	6,3053+- -0,4405 <sub>e</sub>	6,040+- -0,2977 <sub>e</sub>
Mohos y levaduras (logUFC/mL)	3,392++ 0,088 <sub>b</sub>	3,811+- 0,072 <sub>c</sub>	0,000+- 0,000 <sub>a</sub>	0,000+- 0,000 <sub>a</sub>	0,000+- 0,000 <sub>a</sub>	0,000+- 0,000 <sub>a</sub>	3,8785+- -0,0906 <sub>c</sub>	0,000+- 0,000 <sub>a</sub>	0,000+- 0,000 <sub>a</sub>	0,000+- 0,000 <sub>a</sub>	0,000+- 0,000 <sub>a</sub>	4,2036+- -0,0272 <sub>d</sub>	0,000+- 0,000 <sub>a</sub>	3,5147+- -0,2006 <sub>b</sub>	0,00+- 0,000 <sub>a</sub>	0,00+- 0,000 <sub>a</sub>
Textura (Kg-f)	7,367++ 0,153 <sub>a</sub>	5,433+- 0,2082 <sub>efg</sub>	6,433+- 0,116 <sub>b</sub>	5,700+- 0,100 <sub>cdefg</sub>	5,9667+- 0,2082 <sub>bcd</sub>	6,2333+- 0,4163 <sub>bc</sub>	5,2667+- -0,1528 <sub>g</sub>	6,1000+- 0,2000 <sub>bcd</sub>	5,7333+- 0,1528 <sub>cdef</sub>	6,0000+- 0,1000 <sub>bcd</sub>	6,5000+- 0,1000 <sub>b</sub>	4,4667+- -0,4163 <sub>b</sub>	5,6667+- 0,1528 <sub>cdefg</sub>	4,4000+- -0,2000 <sub>b</sub>	5,3333+- -0,3215 <sub>fg</sub>	5,5000+- -0,3000 <sub>de</sub>
Pérdida de Peso (%)	-	4,8420+- -0,0762 <sub>e</sub>	2,3870+- -0,1617 <sub>a</sub>	3,599+- 0,0285 <sub>c</sub>	2,6077+- 0,1335 <sub>a</sub>	3,221+- 0,107 <sub>b</sub>	6,7587+- -0,0762 <sub>h</sub>	4,4100+- 0,0917 <sub>d</sub>	6,4743+- 0,1027 <sub>h</sub>	5,5557+- 0,1703 <sub>f</sub>	4,0883+- -0,0982 <sub>d</sub>	8,9730+- -0,135 <sub>f</sub>	6,0907+- 0,0355 <sub>g</sub>	7,9860+- -0,1016 <sub>f</sub>	7,1237+- -0,1776 <sub>i</sub>	6,6853+- -0,0067 <sub>h</sub>
Color Externo (ΔE)	-	12,527+- -0,571 <sub>d</sub>	1,483+- 0,442 <sub>a</sub>	3,357+- 0,414 <sub>b</sub>	2,220+- 0,902 <sub>ab</sub>	2,463+- 0,038 <sub>ab</sub>	14,777+- -0,486 <sub>e</sub>	2,317+- 0,285 <sub>ab</sub>	5,587+- 0,668 <sub>c</sub>	2,620+- 0,312 <sub>ab</sub>	2,677+- 0,468 <sub>ab</sub>	16,620+- -0,699 <sub>f</sub>	3,367+- 0,451 <sub>b</sub>	6,853+- 0,595 <sub>c</sub>	3,273+- 0,687 <sub>b</sub>	3,403+- 0,181 <sub>b</sub>

T1: Sin recubrimiento; T2: Recubrimiento Comercial; T3: Recubrimiento con 5% de Látex; T4: Recubrimiento con 10% de Látex; T5: Recubrimiento con 15% de Látex

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Realizado por: Solorzano Vicky

Tabla 15-3: Resultados del análisis sensorial

Días	Día 3					Día 6					Día 9				
TRATAMIENTO	(APARIENCIA)					(APARIENCIA)					(APARIENCIA)				
JUECES	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
1	5	2	3	4	1	3	5	4	2	1	4	2	5	1	3
2	5	1	4	2	3	5	1	2	4	3	4	2	5	3	1
3	5	1	3	4	2	2	1	3	5	4	5	1	4	3	2
4	5	1	4	2	3	5	1	2	3	4	3	1	2	5	4
5	5	3	2	4	1	4	1	5	2	3	4	1	3	5	2
Suma	25	8	16	16	10	19	9	16	16	15	20	7	19	17	12

T1: Sin recubrimiento; T2: Recubrimiento Comercial; T3: Recubrimiento con 5% de Látex; T4: Recubrimiento con 10% de Látex; T5: Recubrimiento con 15% de Látex

Realizado por: Vicky Solorzano

### 2.3.1. Acidez titulable, sólidos solubles, índice de maduración, mohos y levaduras

En la tabla 14-3 se muestran los resultados obtenidos de los parámetros de acidez, sólidos solubles e índice de maduración, que fueron evaluados a los 0,3,6 y 9 días de almacenamiento, presentando un comportamiento propio de la maduración, provocando disminución del ácido cítrico y por ende aumento de los sólidos solubles e índice de maduración. Todos los tratamientos presentan diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

Los valores de acidez titulable, tienden a disminuir conforme transcurre el tiempo, mientras que el contenidos de sólidos solubles aumenta, a los 3 días el único tratamiento sin diferencia estadística significativa con el producto fresco fue T5 (látex 15%) con 2,5% de acidez, mientras que para sólidos solubles no existió diferencia. A los 6 y 9 días, ningún tratamiento fue similar al producto fresco en % de acidez, sin embargo los tratamientos T2 (cera comercial) y T5 obtuvieron los mejores resultados. En cuanto a sólidos totales al día 6, únicamente el tratamiento T2 fue igual al producto fresco, seguido de T5, al día 9 continuaron los tratamientos T2 y T5 como los mejores. Para los dos parámetros los peores resultados los obtuvieron los T1 y T3.

Concordando con los resultados conseguidos en acidez y grados Brix por Tanada (2005), en su trabajo de investigación de recubrimientos comestibles en fresa, y con la investigación realizada por Andrade. J, (2013), en recubrimientos comestibles a base de laurel en tomate de árbol. Esto puede deberse a la acción protectora presentada por el recubrimiento comestible que retarda el proceso de maduración ya que en los frutos que no tienen recubrimientos comestibles, la tasa de respiración es elevada, mientras que en los tienen recubrimientos comestibles se produce una modificación en la atmosfera interna, lo que retrasa la senescencia de la fruta y por ende la oxidación de los ácidos orgánicos.

Recordando que el índice de maduración es la relación entre los sólidos solubles y la acidez, el cual sigue el mismo patrón de los resultados obtenidos, conforme transcurre el tiempo tiende a aumentar, al día 3 los tratamientos T2, T4 y T5 no presentan diferencias significativas con respecto al producto fresco. Al día 6 y 9 todos los tratamientos son diferentes en relación al producto fresco, los tratamientos T2 y T5 son considerados como los mejores tratamientos, mientras que el tratamiento T1 obtuvo un mayor incremento por tanto, se lo consideró como el peor.

En el análisis microbiológico se analizó únicamente mohos y levaduras, ya que son los primeros microorganismos en atacar a este fruto. En el tratamiento sin recubrimiento el recuento de mohos y levaduras fue aumentando conforme transcurría el tiempo, en los tratamientos T2, T4 y T5 no existió crecimiento de mohos y levaduras en ningún periodo evaluado, mientras que en el tratamiento T3 hubo crecimiento de este parámetro solamente en el día 9 de almacenamiento, evidenciando la influencia de la concentración del látex sobre el crecimiento microbiano.

### **2.3.2. Textura, pérdida de peso y color externo**

En la tabla 14-3, se muestra la evolución de los resultados de textura, pérdida de peso y color externo, existiendo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en todos los tratamientos. En cuanto a textura se pudo observar una disminución en el valor, que según Gisbert *et al*, (2010) es debido a la pérdida de agua, la misma que se produce por la degradación de las paredes celulares, proceso que ocurre durante la maduración, además existe un ablandamiento y arrugamiento del fruto. Los tratamientos T1 y T3 (4.4kg-f), fueron los que presentaron una mayor pérdida de firmeza en el último día de almacenamiento, mientras que los tratamientos T2, T4 y T5 presentaron una disminución menor con valores en un rango de 5.6 a 5.3 kg-f.

La textura y pérdida de peso están relacionadas entre sí, ya que al existir una pérdida de agua este va a perder peso y firmeza. El peor tratamiento a los 9 días fue el T1 con un porcentaje de pérdida de peso de 8.9 y T3 con 7.9, mientras que el menor porcentaje de pérdida presentó el tratamiento T2 (6.09%) seguido del T5 (6.68%) y T4 (7.13%), esto se da debido a que el recubrimiento forma una barrera que impide la salida del agua. Coincidiendo con Heredia *et al*, (2002), quienes explican que el uso de recubrimientos comestibles reduce la pérdida de peso.

En cuanto a la diferencia de color ( $\Delta E$ ), el resultado del tratamiento T1 es significativamente mayor al resto de los tratamientos en todos los días analizados, en los tratamientos T2, T4 y T5 no existió diferencia estadísticamente significativa, al día 3 y 6. Mientras que al día 9 ya existió pequeñas diferencias. Relacionándose con los resultados de los otros parámetros ya que la respiración y los procesos enzimáticos son los responsables de la pérdida de pigmentación. (Ramírez, *et al*, 2010).

### **2.3.3. Análisis Sensorial**

La evolución del análisis sensorial se muestra en la tabla 15-3, evaluando únicamente el parámetro de apariencia a los días 3,6 y 9.

Los resultados tienen concordancia con los obtenidos en los análisis físicos, químicos y microbiológicos. El tratamiento T1 fue el menos aceptado, ya que los panelistas lo ubicaron en el último lugar en todos los días analizados, mientras que el tratamiento T2 fue considerado como el mejor, obteniendo el primer lugar (menor valoración), además que presentó un mayor brillo y mejor textura que el resto de los tratamientos, lo que hace ser apreciado por parte de los panelistas, el tratamiento T4 se ubicó en el segundo lugar. Estos resultados coinciden con Baldwin et al, (2005), quienes indicaron que el uso de recubrimientos ha demostrado ser beneficioso dado que disminuye la pérdida de peso, textura, mantiene el color y retarda el proceso de maduración, lo que otorga una mayor aceptación del consumidor con respecto al que se encuentra sin recubrimiento.

### **2.4. Resultados de los análisis realizados en papa chaucha (*Solanum phureja*)**

Los análisis efectuados en este tubérculo fueron: pérdida de peso, textura, número y longitud de brotes, aerobios mesófilos, coliformes totales y mohos y levaduras.

Tabla 16-3: Resultados de los análisis físicos

Ensayo Tratamiento	Día 0	Día 5				Día 10				Día 15			
	Fresco	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Número de Brotes	0	7.333+-0.516 <sub>d</sub>	4.833+-0.753 <sub>c</sub>	1.333+-0.816 <sub>a</sub>	1.000+-0.894 <sub>a</sub>	10.167+-0.408 <sub>ef</sub>	7.833+-0.408 <sub>d</sub>	5.667+-0.516 <sub>c</sub>	2.667+-0.816 <sub>b</sub>	11.333+-0.516 <sub>f</sub>	9.833+-0.753 <sub>e</sub>	7.667+-0.816 <sub>d</sub>	5.333+-0.516 <sub>c</sub>
Longitud de brotes (mm)	0	3.7517+-0.5827 <sub>bc</sub>	2.9233+-0.6178 <sub>abc</sub>	2.5117+-1.3711 <sub>ab</sub>	1.8917+-1.5727 <sub>a</sub>	5.4283+-0.3540 <sub>ef</sub>	5.310+-0.3754 <sub>def</sub>	4.1233+-0.3474 <sub>cde</sub>	3.9700+-0.3956 <sub>cd</sub>	9.1291+-0.2830 <sub>g</sub>	6.2433+-0.4178 <sub>fg</sub>	6.1750+-0.5125 <sub>fg</sub>	6.0450+-0.4705 <sub>fg</sub>
Pérdida de Peso (%)	-	9.189+-0.282 <sub>cd</sub>	7.800+-0.593 <sub>b</sub>	6.540+-0.118 <sub>a</sub>	6.695+-0.282 <sub>a</sub>	10.771+-0.413 <sub>e</sub>	10.114+-0.570 <sub>e</sub>	8.606+-0.0430 <sub>bc</sub>	9.964+-0.323 <sub>de</sub>	15.072+-0.721 <sub>g</sub>	14.880+-0.432 <sub>g</sub>	12.222+-0.282 <sub>f</sub>	11.735+-0.379 <sub>f</sub>
Textura (kg-f)	7,000 +-0,000	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7833+-0.1169 <sub>c</sub>	3.9000+-0.1414 <sub>c</sub>	5.3333+-0.2944 <sub>b</sub>	6.1167+-0.1941 <sub>a</sub>

T1: Sin recubrimiento; T2: Recubrimiento con 5% de látex; T3: Recubrimiento con 10% de látex; T4: Recubrimiento con 15% de látex

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Realizado por: Solorzano Vicky

Tabla 17-3: Resultados de los análisis microbiológicos

Ensayo Tratamiento	Día 15			
	T1	T2	T3	T4
Aerobios mesófilos (UFC/mL)	3.9524+-0.0485 <sub>c</sub>	3.7254+-0.0457 <sub>bc</sub>	3.4184+-0.1017 <sub>ab</sub>	3.2594+-0.2413 <sub>a</sub>
Coliformes totales (UFC/mL)	4.0751+-0.0731 <sub>c</sub>	0.5968+-0.0053 <sub>b</sub>	0.0000+-0.0000 <sub>a</sub>	0.0000+-0.0000 <sub>a</sub>
Mohos y Levaduras (UFC/mL)	0.0000+-0.0000 <sub>a</sub>	0.0000+-0.0000 <sub>a</sub>	0.0000+-0.0000 <sub>a</sub>	0.0000+-0.0000 <sub>a</sub>

T1: Sin recubrimiento; T2: Recubrimiento con 5% de látex; T3: Recubrimiento con 10% de látex; T4: Recubrimiento con 15% de látex

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Realizado por: Vicky Solorzano



Tabla 18-3: Resultados de los análisis microbiológicos

	15 DÍAS															
TRATAMIENTO	(COLOR)				(APARIENCIA)				(OLOR)				(SABOR)			
JUECES	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	1	2	3	4	4	3	1	2	4	2	3	1	3	2	1	4
2	4	2	3	1	4	3	2	1	1	4	3	2	1	2	3	4
3	4	3	2	1	4	3	2	1	3	1	4	2	3	2	4	1
4	3	4	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	2	1	3
5	4	2	1	3	2	4	3	1	4	3	2	1	2	3	1	4
Suma de rangos	16	13	11	10	18	16	10	6	16	13	14	7	13	11	10	16

T1: Sin recubrimiento; T2: Recubrimiento con 5% de Látex; T3: Recubrimiento con 10% de Látex;

T4: Recubrimiento con 15% de Látex

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Realizado por: Vicky Solorzano

#### 2.4.1. Pérdida de peso, textura, número y longitud de brotes.

En la tabla 16-3, se muestran los resultados obtenidos en los parámetros de pérdida de peso y textura, presentando diferencias estadísticamente significativas en todos los tratamientos. El porcentaje de pérdida de peso aumenta, mientras que el de textura tiende a disminuir, esto se da debido a la pérdida de agua, que se producen por los procesos de maduración, respiración y transpiración, al igual que en los otros vegetales estudiados. Los tratamientos T1 (sin recubrimiento) y T2 (látex 5%) obtuvieron los porcentajes más elevados de pérdida de peso (15-14%), y mayor disminución con respecto a la textura (3.7-3.9kg-f) comparándolo con el producto fresco. Los tratamientos que presentan menor porcentaje de pérdida de peso, por ende mantienen su textura fueron los tratamientos T3 (látex 10%) y T4 (látex 15%), atribuyéndolo al recubrimiento que retarda los procesos enzimáticos y de respiración, concordando con Báez-Sañudo *et al.*, (2002) quienes establecen que el uso de recubrimientos comestibles reduce la pérdida de peso y mantiene la textura.

Los valores obtenidos para el número y longitud de brotes se muestran en la tabla 16-3, siendo estadísticamente diferentes. Al día 15, el tratamiento T4 presentó un menor número de brotes (5 brotes), seguido de T3 (7 brotes) y T2 (9 brotes), a diferencia del tratamiento T1 con 11 brotes. Por lo tanto, a dosis más elevadas se retarda la presencia de estos. En cuanto a su longitud los tratamientos T2, T3 y T4 (6 mm) no presentan diferencias significativas, por lo que el recubrimiento no ejerce efecto una vez que ha surgido el brote, pero si existe diferencia con respecto al tratamiento T1, con una longitud de 9 mm.

#### **2.4.2. Análisis Microbiológico**

Los resultados del análisis microbiológico se observan en la tabla 17-3. En cuanto a aerobios mesófilos se compara con la de la norma peruana NTS N°-MINSA/DIGESA-V.01, para alimentos frescos y mínimamente procesados, esta indica un máximo de 6 log UFC/mL, por lo que ninguno de los tratamientos excede el límite. Al analizar los resultados al día 15 de almacenamiento, no hubo efecto drástico en el recuento de estos microorganismos en los diferentes tratamientos, sin embargo estadísticamente, el recuento en T4 fue menor a T1.

Para coliformes totales, el efecto del recubrimiento fue evidente conforme aumentó la concentración del látex, únicamente en el tratamiento T1 y T2 existió crecimiento. Con respecto a mohos y levaduras no existió crecimiento en ninguno de los tratamientos, por lo tanto la presencia de compuestos como alcaloides y terpenos en el látex de Sande, evitan el crecimiento de estos microorganismos.

#### **2.4.3. Análisis Sensorial**

En la tabla 18-3, se presentan las calificaciones del panel de evaluadores, para color, apariencia, olor y sabor efectuado a los 15 días de almacenamiento. El tratamiento T1 fue considerado por los panelistas como el peor, para los 3 parámetros, excepto en el sabor, mientras que el T4 fue el mejor evaluado, sin embargo en el parámetro del sabor fue ubicado en el último lugar, lo que indica que la concentración del látex influye en el sabor. Estos valores están en concordancia con los resultados de los análisis físicos realizados, ya que las muestras del T1 experimentaron: mayor pérdida de peso, disminución en la textura, mayor número y longitud de brotes, interviniendo en la percepción del panelista. Coincidiendo los resultados con Ramírez Q, *et al.* (2013), en donde los frutos de uva y cereza con recubrimiento fueron mejores que los que se encontraban sin recubrimiento.

## CONCLUSIONES

- Se determinó la composición del recubrimiento comestible en función de la afinidad con el látex y las características de homogeneidad y adherencia de la película sobre los vegetales. La formulación obtenida es: goma arábica (10%), glicerol (3%), CMC (0.5%), agua (csp100%) y látex, cuya concentración varió en porcentaje de 5, 10 y 15.
- El recuento microbiológico realizado al recubrimiento comestible con látex al 15% , indica que aerobios mesófilos se encuentra en un rango aceptable, y el recuento de coliformes totales se excede de los valores establecidos en la norma peruana de criterios microbiológicos para productos frescos y mínimamente procesados para estos parámetros (NTS N°-MINSA/DIGESA-V.01.). En cuanto al recuento de mohos y levaduras no existió crecimiento
- Los análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales permitieron evaluar el efecto de los tratamientos en los tres vegetales estudiados. Con base en sus resultados se concluye que los mejores tratamientos en yuca y tomate de árbol fueron los recubrimientos comerciales de parafina y cera a base de carnauba respectivamente.
- Para la yuca, el recubrimiento con látex repercutió solamente sobre el crecimiento microbiano, en una inhibición comparable el de la parafina.
- En el tomate de árbol, el uso de recubrimientos con látex al 15% resultó ser efectivo pues, retrasó el proceso de maduración de los frutos, consiguiéndose mayor porcentaje de acidez, menor valor en sólidos solubles e índice de maduración y evitando además, la pérdida de agua, lo que produjo una disminución en la pérdida de peso y el mantenimiento de la textura y el color. El recubrimiento también inhibió el crecimiento de mohos y levaduras.
- El tratamiento al 15% de látex en papa chaucha también fue efectivo, pues se obtuvo menor pérdida de peso, mantenimiento de textura, reducción del número y longitud de los brotes logrando un porcentaje de inhibición de brotes del 52%, en comparación con las muestras sin recubrimiento. Retardo el recuento de aerobios mesófilos e inhibió el crecimiento de coliformes, no existió crecimiento de mohos y levaduras en ninguno de los tratamientos.

## RECOMENDACIONES

- Tecnificar los procesos de extracción del látex de Sande, de esta manera se puede prevenir o reducir contaminaciones causadas por patógenos.
- Efectuar estudios al recubrimiento comestible respecto a las variables, como elasticidad, permeabilidad, grosor y porosidad, para mejorar las características de este recubrimiento.
- Cuantificar la tasa de respiración de los vegetales con recubrimiento comestible, dado que es un excelente indicador de la actividad metabólica, permitiendo ser una guía para determinación de la vida útil.
- En futuras investigaciones, realizar el análisis sensorial con panelistas entrenados para obtener resultados con mayor confiabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

**ANDRADE, J.** Elaboración y evaluación de un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del Tomate de árbol. *Udenar*. 2013 Vol 30 No 2 : Colombia. Pp. 61-71  
<http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1675>  
2014/12/15

**BÁEZ, R. SAUCEDO. C, PÉREZ. B, BRINGAS. E, MENDOZA A.** Efecto de la aplicación de cera comestible y agua caliente sobre la conservación de melón reticulada. *Fitotecnia Mexicana*. 2002. Vol. 25 No4. México. Pp 375-379

**BALDWIN, A. NISPEROS, O. CHEN, R. HAGENMAIER, D.** Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biology Technology*. 2005. USA. Vol.9 No2. Pp.151-163.

**CASTRO P. Andrea X.** Efecto de la aplicación de recubrimientos comestibles en la calidad poscosecha del tomate de árbol (*Solanum betaceum Cav.*). (Tesis) (Ing. Agroindus). Universidad Técnica Equinoccial. Ingeniería Química. Agroindustria. Quito-Ecuador. 2013 pp.1-40  
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6103>  
2014/12/15

**CHIESA, A.** Factores precosecha y postcosecha que inciden en la calidad de la Lechuga. *Horticultura*. 2010. Vol 29. No 68. Buenos Aires-Argentina. pp.28-32

**Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA).** Manual de manejo. Cosecha y postcosecha del Tomate de árbol. Bogota-Colombia. 2010. Pp.43-60  
<http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/54898/54898.pdf>  
2014/12/13

**Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).** Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de Calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de Consumo humano. Lima-Perú. 2003.  
[http://www.digesa.sld.pe/norma\\_consulta/RM%20615-2003MINSA.pdf](http://www.digesa.sld.pe/norma_consulta/RM%20615-2003MINSA.pdf)  
2015/04/10

**DUARTE, Roberto.** Evaluación de Chropropham y S-carvona como inhibidores post-cosecha de la brotación en papa criolla (*Solanum tuberosum* grupo *phureja*). 2012. Bogota-Colombia. pp.1-2  
<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/images/eventos/arquivos/ALAP2012-0113.PDF>  
2014/12/20

**FIGUEROA, J & SALCEDO, J.** Recubrimientos comestibles en la consevación del mango y aguacate, y prespectiva, al uso del propoleo en su formulación. *Biotechnologia en el sector industrial*. Colombia. 2010. Vol 8 . No 3 Pp 20-24.

**GAIBOR R, Doris. V.** Determinación de la actividad gastroprotectora de savia de Sande(*Brosimun utile*) en ratas(*Rattus norvegicus*) con lesiones gástricas inducidas. (Tesis) (BQF). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ciencias. Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2013 pp. 25-28

**GARCIA, M.** Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas. *Vitae*. 2012. Vol 28. No 1. Obregón-México. pp. 1-5  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33092010000100005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092010000100005)  
2014/12/08

**GISBERT A. Reig C, Martínez-Calvo J, Gariglio N, Badenes ML, Agustí M** Frutales menores. El níspero japonés como ejemplo: Situación actual, problemas y perspectivas. XI Congreso SECH. Albacete 2007. *Actas de Horticultura*. Vol.48 No 3. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. España

**HEREDIA J. Contrera L, Sille J.** Efectos del uso de ceras comestibles sobre la maduración postcosecha en papaya cv. *Maradol*. *VIII Congreso de Horticultura*. 2002. Vol. 7 No 1 Manzanillo-Colima, México pp 216

**Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).** Estudio de la cadena Agroalimentaria de Yuca en República Dominicana. República Dominicana. 2007 pp. 8-20.  
<http://www.iica.int/Esp/regiones/caribe/repDominicana/Documents/Cadenas%20Agroalimentarias/Cadena%20Agroalimentaria%20%20yuca.pdf>  
2014/12/09

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION (INEN).** *NTE (1760)*. Hortalizas frescas. Yuca. Requisitos. 1991 Ecuador. pp 4-7  
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1760.1991.pdf>  
2014/12/08

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION (INEN).** *NTE (1516)*. Hortalizas frescas. Papa. Requisitos. 1987. Ecuador. pp 3-8  
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1516.1987.pdf>  
2014/12/12

**INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION (INEN).** *NTE (1909)*. Frutas frescas. Tomate de árbol. 2009. Ecuador. pp 3-8  
<https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1909.2009.pdf>  
2014/12/12

**KADER, A.A.,** Post-harvest technology of horticultural crops. *Oakland: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources Publication*. USA. 2007. pp3311, 535

**KESTER, J & FENNEMA, O.** Edible films and coatings. *Food Technology*. 2009 Vol 40. No 12.. USA. pp. 47-596

**KROCHTA, J & DE MULDER, J.** Edible and biodegradable polymer films: Challenges and opportunities. 2007. Vol 51. No 2.. Estados Unidos. pp. 81-92  
<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9729236>  
2014/12/09

**MARTINEZ. Domingo.** Aloe Vera, como recubrimiento de Frutas y Hortalizas. Patente Española Reg. N° 200302937. 2003. España. Pp.2-12  
<http://www.horticom.com/pd/imagenes/64/308/64308.pdf>  
2014/12/18

**MONTERO, C. & YUMISACA, F.** Catálogo etnobotánico, morfológico, agronómico y de Papas Nativas de la Sierra Centro y Norte del Ecuador. 2011. Ecuador. pp 68  
<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Cat%C3%A1logo%20etnobot%C3%A1nico,%20morfol%C3%B3gico,%20agron%C3%B3mico%20y%20calidad%20de%20Cultivares%20de%20papas%20nativas%20Sierra%20Centro%20Norte%20del%20Ecuador.pdf>  
2014/12/18

**MORETA M, Alicia A,** Evaluación de la actividad antifúngica en *Moniliophthora rorer* de frutos de cacao (*Theobroma cacao* L) de extractos de látex de *Sande* (*Brosimum utile*). Tesis (BQF). Escuela

Superior Politécnica de Chimborazo. Ciencias. Bioquímica y Farmacia. Riobamba-Ecuador. 2015 pp. 70

**PINO, J. Mónica.** Métodos para prolongar la vida útil de la papa criolla mediante tecnologías de encerado. (Tesis). (Ing. Prod. Agroind.)Universidad de la Sabana. Ingeniería de Producción. Agroindustrial. Santafé de Bogotá-Colombia. 2005. pp. 19-33

<https://biblioteca.agronet.gov.co:8080/jspui/bitstream/123456789/3827/1/056.pdf>

2014/12/22

**PONCE, Tania.** Perfil de la Yuca. Centro de Información e Inteligencia Comercial (CICO) 2009. Quito-Ecuador. pp. 2-16

<http://www.pucesi.edu.ec/pdf/yuca.pdf>

2014/12/03

**RAMÍREZ Q., et al.** Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila. *Vitae*. Vol. 3. No 3. 2013. Colombia. pp. 173-181

<http://www.redalyc.org/pdf/1698/169829162003.pdf>

2014/12/15

**RAMIREZ, T.** Perfil del Tomate de árbol. Centro de Información e Inteligencia Comercial (CICO) Quito-Ecuador. pp 2-18

<http://www.pucesi.edu.ec/pdf/tomate.pdf>

2014/12/12

**REINA, C.** Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para la Yuca. (Tesis). (Ing. Agro). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Agrícola. Neiva-Colombia. 2008. Pp. 15-36

[http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20yuca.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20yuca.pdf)

2014/12/14

**REINA, C.** Manejo postcosecha y evaluación de la calidad para el Tomate de árbol. (Tesis). (Ing. Agro). Universidad Surcolombiana. Facultad de Ingeniería. Agrícola. Neiva-Colombia. 2009. Pp. 15-36

[http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20tomate%20de%20arbol.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20poscosecha%20y%20evaluacion%20de%20la%20calidad%20en%20tomate%20de%20arbol.pdf)

2014/12/14

**RESTREPO, F et al.** Conservación de fresa (fragaria x ananassa duch cv. Camarosa) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (aloe barbadensis miller) y cera de carnauba. *Vitae*. Vol.17. No. 3. 2014. Colombia. pp. 252-263

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169815641003>

2014/12/12

**REVELO, Jorge.** Cultivo del Tomate de árbol. Quito-Ecuador. 2011. Pp. 3-4; 17-19.

<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Cultivo%20tomate%20ecologico.pdf>

2014/12/16

**ROMÁN, M. & GUILLERMO, H.** Guía Técnica: Cultivo de la Papa. 2002. El Salvador. Pp. 9-16

<http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>

2014/12/15

**SOLIVA, F. & BELLOSO, M.** Browning evaluation of ready-to-eat apples as affected by modified atmosphere packaging. 2.ed. Estados Unidos. Agric Food Chem. 2001. Pp 22-89

**TANADA P. & GROSSO C.** Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria ananassa*) quality. *Postharvest Biol Tec.* 2005. Vol. 36 (2). Pp199–208


**VASCONEZ, M. & CAMPOS, C.** Antimicrobial activity and physical properties of chitosan–tapioca starch based edible films and coatings. Estados Unidos. Food Research. International. 2009. Pp. 58-69

**VALLE-GUADARRAMA, S. et al.** Recubrimiento comestible basado en goma arábica y carboximetilcelulosa para conservar frutas en atmósfera modificada. *Rev. Chapingo Ser.Hortic [online]*. 2008, vol.14, No.3 pp. 235-241. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027152X2008000300002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027152X2008000300002&lng=es&nrm=iso). ISSN 1027-152X.  
2014/12/29



## ANEXOS A

### Certificado de análisis de cera comercial Sta-Fresh 2505

	<b>FORMULA CONFIDENCIAL Y DE PROPIEDAD DE JBT</b>
<b>Producto:</b> Santa Fresh® 7100	
<b>Nombre Técnico:</b> Solución salobre de Resina Alcalina	
<b>Por medio de la presente certificamos que:</b>	
<b>Corporación JBT, Tecnología de Alimentos JBT</b>	
<b>California y Florida Estados Unidos</b>	
<b>Ciudad de Cape-Sud África. Ningbo-China</b>	
Producen la cera Santa Fresh® 7100, lista para ser usada como capa protectora en frutas.	
La cera Santa Fresh® 7100 no contiene productos derivados de animales y los equipos utilizados para su elaboración tampoco son usados para procesar productos provenientes de animales y derivados	
Los ingredientes para producir la cera 7100 son:	
<b>Ingredientes:</b>	<b>Porcentajes</b>
Cera básica de procedencia vegetal (carnauba)	18.0 al 21.0 %
Sales de Ácidos grasos vegetales	9.5 al 11.5 %
Sulfactantes y Agua	Eqv. A 100%
Acatando las regulaciones de comidas, alimentos y drogas de los Estados Unidos Capitulo 21 del Código de las Regulaciones Federales	
En todos los cartones de embalaje debe estar marcados que las frutas están:	
“Las Frutas están recubiertas con la cera Sta Fresh® 7100 que es elaborada a base de cera vegetal o resina vegetal, mantiene la frescura.	
JBT vende este producto bajo el nombre de Sta Fresh® 7100 en los Estados Unidos como en otros países ya sea directamente o a través de sus distribuidores y representantes.	
Sta Fresh® es una Marca Registrada de JBT Corporación	

## ANEXO B

### Formato para la evaluación del análisis sensorial



#### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

**Producto:** Tomate de árbol

**Nombre:**.....  
.....

**Fecha:**.....  
.....

**Instrucciones:** Usted ha recibido 5 muestras. La prueba consiste en evaluar a cada una de las muestras y ordenar en orden descendente siendo (1 el mejor y 5 el peor) de acuerdo a su preferencia. Dos muestras no deben tener un mismo orden.

Característica a evaluar: **Color**

Muestra	Código
1	
2	
3	
4	
5	

Característica a evaluar: **Olor**

Muestra	Código
1	
2	
3	
4	
5	

Característica a evaluar: **Apariencia**

Muestra	Código
1	
2	
3	
4	
5	

Característica a evaluar: **Sabor**

Muestra	Código
1	
2	
3	
4	
5	

**Observaciones:**.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Muchas gracias!**

## Anexo C

### Evidencia Fotográfica



**Fotografía N°1:** Materia prima para la elaboración de los recubrimientos comestibles



**a**



**b**

**Fotografía N°2:** Elaboración de los recubrimientos: a) Recubrimientos antes de añadir látex de Sante; b) Recubrimiento luego de añadir las distintas concentraciones de látex de Sante.



**Fotografía N°3:** Selección, lavado, desinfectado y secado de los vegetales (tomate de árbol, yuca y papa chaucha).



a



b



c



d

**Fotografía N°4:** Análisis Físicos: a) Medición de textura; b) Medición de color externo; c) Medición de longitud de brotes y d) Análisis de pérdida de peso



a



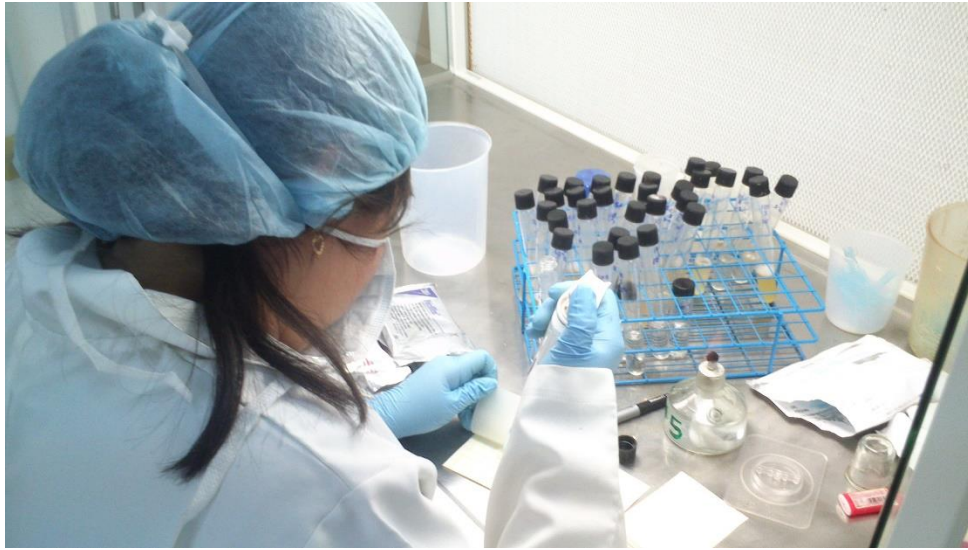
b

**Fotografía N°5:** Análisis Químico: a) Medición de sólidos solubles; b) Medición de acidez



**Fotografía N°6:** Análisis Sensorial por ordenamiento en tomate de árbol, yuca y papa chaucha.





**Fotografía N°7:** Análisis Microbiológico



a



b



c

**Fotografía N°8:** Resultados del análisis microbiológico en cajas petrifilm para: a) Aerobios mesófilos ; b) Coliformes totales ; c) Mohos y levaduras



**Fotografía N°9:** Tomate de árbol al día 9



**Fotografía N°10:** Yuca al día 9



**Fotografía N°11:** Papa chaucha a los 15 días.